

**EINFLUSS DER FÜTTERUNG AUF DIE
POSTNATALE ENTWICKLUNG DER STRUKTUR
DER GASTRALEN SCHLEIMHAUT BEIM
HAUSSCHWEIN (*SUS SCROFA DOMESTICA*) UND
BEIM WILDSCHWEIN (*SUS SCROFA*)**

Helmut Pinsenschaum

Disbui. München

1989



Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41554801_0096

Aus dem
Institut für Tieranatomie
der Tierärztlichen Fakultät der
Ludwig - Maximilians - Universität München
Lehrstuhl: Prof. Dr. Dr. Dr. F. Sinowatz

Arbeit angefertigt unter der Leitung von
Prof. Dr. H. G. Liebich

**Einfluß der Fütterung auf die postnatale Entwicklung
der Struktur der gastralen Schleimhaut
beim Hausschwein (*Sus scrofa domestica*) und beim Wildschwein (*Sus scrofa*)**

Inaugural - Dissertation
zur Erlangung der tiermedizinischen Doktorwürde
der Tierärztlichen Fakultät der
Ludwig - Maximilians - Universität München

von
Helmut Pinsenschaum
aus Neustadt/Aisch
München 1989

Gedruckt mit Genehmigung der Tierärztlichen Fakultät
der Universität München

Dekan: Univ.-Prof. Dr. M. Rüsse

Referent: Univ.-Prof. Dr. H.-G. Liebich

Korreferent: Univ.-Prof. Dr. H. Zucker

Tag der Promotion: 28. Juli 1989

Meinen Eltern

INHALTSVERZEICHNIS

Seite

I. Einleitung	1
II. Literaturübersicht	2
A. Makroskopische Gliederung des Magens beim adulten Schwein	2
B. Pars nonglandularis	2
C. Pars glandularis	3
1. Tunica mucosa	3
1.1. Epithelium mucosae	3
1.2. Lamina propria mucosae	5
1.2.1. Magendrüsen	6
a) Glandulae cardiacae, Kardiadrüsen	6
b) Glandulae gastricae propriae, Fundus- und Eigendrüsen	7
c) Glandulae pyloricae, Pylorusdrüsen	14
d) Endokrine Zellen	14
1.2.2. Nervenfasern	18
1.2.3. Blutgefäße	18
1.2.4. Zellinfiltrationen	19
a) Mastzellen	19
b) Lymphozyten	19
1.3. Lamina muscularis mucosae	20
2. Tela submucosa	20
3. Tunica muscularis	20
4. Tela subserosa	21
5. Tunica serosa	21
D. Ontogenese der Tunica mucosa	22
E. Erneuerung und Regeneration der Zellen der Tunica mucosa	24
F. Magenschleim	25
G. Lektine	27
III. Material und Methode	28
A. Untersuchungsmaterial	28
B. Materialgewinnung	31
C. Histologische Untersuchungsmethoden	31
1. Lichtmikroskopische Untersuchungen	31
2. Morphometrische Untersuchungen	32
3. Lektinhistochemie	32
4. Elektronenmikroskopische Untersuchungen	33

IV. Ergebnisse	34
A. Lichtmikroskopische Untersuchungen an der gastraln Schleimhaut	34
1. Struktur der gastraln Schleimhaut von Ferkeln nach Fütterung mit Muttermilch	34
2. Struktur der gastraln Schleimhaut von Ferkeln nach Fütterung mit Aufzuchtfutter	37
3. Struktur der gastraln Schleimhaut von Schlachtschweinen nach Fütterung einer Getreidemischung	44
4. Struktur der gastraln Schleimhaut von Schlachtschweinen nach Fütterung einer Kartoffel-Gerstenschrot-Proteinmischung	46
5. Struktur der gastraln Schleimhaut von Wildschweinen	48
B. Lichtmikroskopische Untersuchungen mit Hilfe spezifischer Schleimfärbungen	54
C. Morphometrische Untersuchungen	58
D. Untersuchung der Lektinbindung an die gastrale Schleimhaut	63
E. Elektronenmikroskopische Untersuchungen	74
V. Diskussion	89
VI. Zusammenfassung	103
VII. Summary	105
VIII. Literaturverzeichnis	107

I. Einleitung

Der Einsatz von feinvermahlenem Futter führt beim Schwein, gegenüber einer groben Futterstruktur, zum verstärkten Auftreten von pathologisch-anatomischen Veränderungen der kutanen Schleimhaut der Pars proventricularis. Dies kann bis zu erosiven und ulzerativen Läsionen führen (KIRCHGESSNER et al. 1985).

Andererseits sind Futtermischungen mit einem hohen Feinheitsgrad von erheblichen praktischen Interesse, weil hier die Mastleistung gesteigert und der Futterverbrauch gesenkt wird (KIRCHGESSNER et al. 1985).

Nachdem nachgewiesen ist, daß feinvermahlenes Futter die Morphologie der Pars proventricularis beeinflusst, war es interessant zu erfahren, wie weit sich der Einfluß der Fütterung auf die postnatale Entwicklung der gesamten gastralen Schleimhaut des Schweines auswirkt.

Im Gegensatz dazu stehen die Ergebnisse von KRUININGEN et al. (1987) beim Hund. Diese konnten keine Einflüsse von Diät und Fütterungsfrequenz auf die Magensekretion feststellen.

Ziel der vorliegenden Untersuchungen war es, den Einfluß der Fütterung auf die postnatale Entwicklung, wie auch auf die Morphologie der Magenschleimhaut des Schweines zu erfassen. Gleichzeitig sollte die Schleimqualität und die Reaktion von verschiedenen Schleimfärbungen bei unterschiedlichen Fütterungen durch Markierung mittels PAS, Alzian Blau und Lektinen untersucht werden.

II. Literaturübersicht

A. Makroskopische Gliederung des Magens beim adulten Schwein

Der Magen des Schweines ist einhöhlig-zusammengesetzt. Man unterscheidet eine Pars nonglandularis und eine Pars glandularis. Makroskopisch-anatomisch kann man den Magen gliedern in Kardia, Fundus ventriculi, Corpus ventriculi, Antrum pyloricum, Canalis pyloricus und Pylorus. Als anatomische Besonderheiten gelten beim Schwein der Pyloruswulst, Torus pyloricus und das Diverticulum ventriculi. Die Pars glandularis wird unterteilt in die Kardial-, die Fundus- und die Pylorusdrüsenzzone (NICKEL et al. 1987).

B. Pars nonglandularis

Die Pars nonglandularis ist beim Schwein relativ klein und hat die Form eines kleinen, handtellergroßen Ovals. Die kutane Schleimhaut der Pars nonglandularis ist fast faltenlos und scharf von der Kardiadrüsenzzone abgegrenzt (HÄNICHEN 1975, NICKEL et al. 1987).

Die Oberfläche ist weiß, glatt oder leicht granuliert mit longitudinalen Falten (PETROSYAN/SHUBIN 1976).

Tunica mucosa

Das gesamte **Epithelium mucosae** hat eine Dicke von 482 - 596 µm. (PETROSYAN/SHUBIN 1976).

Das Epithel der Pars nonglandularis besteht aus einem mehrschichtigen, leicht verhornenden Plattenepithel (SLOSS 1954, DELLMANN 1971).

Es werden 3 Schichten und 3 Zelltypen unterschieden:

Die **oberflächliche Zellschicht** besteht aus 2 - 4 Zellreihen. Das Zytoplasma dieser flachen Zellen ist hell mit Eosin färbbar. Der Nukleus ist kompakt, länglich und basophil. Es werden oft Zellen beobachtet mit pyknotischen Zellkernen oder Zellen von deren Kern nur noch die Umrisse zu erkennen sind. Gelegentlich werden kernlose Zellen festgestellt (PETROSYAN/SHUBIN 1976).

Die **Zwischenzellschicht** besteht aus 20 - 25 Zellagen. Diese Zellen sind groß und polygonal. Das Zytoplasma ist eosinophil. Der Zellkern ist groß und von runder oder ovaler Gestalt. Es können einer oder mehrere Nuklei auftreten. Das Karyoplasma färbt sich mit Hämatoxylin-Eosin basophil (PETROSYAN/SHUBIN 1976).

Die Zellen der **Stachelzellschicht** sind klein und prismatisch. In Hämatoxylin-Eosin-Färbung ist das Zytoplasma basophil. Der Zellkern ist oval und basophil. Die Zellen der Stachelzellschicht sind RNA-haltiger als die anderen Zellen des mehrschichtigen Plattenepithels (PETROSYAN/SHUBIN 1976).

Die DNA im Zellkern der Zellen des mehrschichtigen Plattenepithels ist als kleine Granula gleichmäßig verteilt (PETROSYAN/SHUBIN 1976).

Im Epithelium mucosae liegen Plasmazellen (PETROSYAN/SHUBIN 1976).

Die Basalmembran trennt das mehrschichtige Plattenepithel vom bindegewebigen Papillarkörper. Die **Lamina propria mucosae** besteht aus lockerem Bindegewebe. In die Lamina propria mucosae sind keine Drüsen eingebettet. In dieser Schicht liegen Blut- und Lymphgefäße, Nervenfasergeflechte, Immunzellen, Mastzellen und vereinzelt glatte Muskelfasern. Die kutane Schleimhaut grenzt eine **Lamina muscularis mucosae** aus glatten Muskelfasern ab.

Die folgenden, peripheren Lagen der Magenwand sind identisch mit denen der Pars glandularis und werden dort beschrieben (DELLMANN 1971).

C. Pars glandularis

Makroskopisch lassen sich an der Schleimhaut hohe, verstreichbare Falten, Rugae oder Plicae gastricae erkennen (MADGE 1975, NICKEL et al. 1987).

Die Schleimhaut bildet Areae gastricae von 1 - 3 mm Durchmesser (DELLMANN 1971).

1. Tunica mucosa

1.1. Epithelium mucosae

(Epitheliocytus superficialis gastricus, Magenepithelzelle)

Das Epithelium mucosae wird gebildet von einem einschichtigen Zylinderepithel. Das Oberflächenepithel setzt sich bis in die Magengrübchen fort, wo die Zellen breiter und niedriger werden (ELLENBERGER/v. SCHUMACHER 1914).

Die Magenepithelzellen haben eine Höhe von 20 - 30 μm (TRAUTMANN/FIEBIGER 1949) und eine Breite von 6 μm (RUBIN et al. 1968).

Die Oberflächenkontur der Magenepithelzellen ist konvex (PFEIFFER 1970 b). Die Magenepithelzellen sind beim Schwein von einer dicken Glykoproteinschicht bedeckt (LAMBERT et al. 1968). Die Mikrovilli sind 0,05 - 0,15 μm breit und 0,3 - 0,8 μm hoch (RUBIN et al. 1968).

Zwischen den Zellen sind Interzellularräume von ca. 20 nm ausgebildet, die Transportwege für den transepithelialen Transport von H_2O und Elektrolyten darstellen. In diese Interzellularräume ragen zytoplasmatische Fortsätze und Mikrovilli, so daß der Interzellularraum eine unregelmäßige Gestalt erhält (RUBIN et al. 1968, HELANDER 1981).



Die basale Zellmembran ist in regelmäßigen Abständen von 80 nm eingefaltet (LILLIBRIDGE 1964).

Die Magenepithelzellen zeigen eine starke Affinität zu verschiedenen Schleimfärbemethoden (z.B. Muzikarmin, PAS). Diese Affinität beruht auf muzigenen Sekretgranula im Zytoplasma (SLOSS 1954, BLOOM/FAWCETT 1968, HELANDER 1981).

Die gute Markierbarkeit durch verschiedene schleimspezifische Färbemethoden täuscht bei den Haussäugetieren ähnliches Sekret vor, doch hat der Magenschleim verschiedene Reaktionsmuster, die speziesspezifisch, jedoch unspezifisch für die Drüse sind (KNOSPE 1983).

Durch die supranukleäre Ansammlung der gut angefärbten, muzigenen Schleimgranula wird das Zytoplasma einerseits in ein apikales Zellkompartiment eingeteilt, andererseits in ein basales Zellkompartiment in dem der ellipsoide Zellkern liegt (TRAUTMANN/FIEBIGER 1949).

Die größte Menge an Schleimsubstanzen ist in Zellen, die in den Magenrübchen höher angeordnet sind, anzutreffen. Je tiefer die Zellen in den Magenrübchen liegen, desto geringer ist die Anzahl Granula. Die oberflächlichen Zellen zeigen degenerative Erscheinungsbilder mit vakuoliertem Zytoplasma und/oder geschwollenen oder pyknotischen Nuklei (RUBIN et al. 1968, BLOOM/FAWCETT 1968, WATTEL et al. 1977a).

Die Schleimgranula sind rund bis oval, dicht gepackt und haben einen Inhalt verschiedener Dichte. Die Größe der Granula variiert von 0,3 - 1,3 μm (LILLIBRIDGE 1964, RUBIN et al. 1968).

Die Sekretion erfolgt durch Exozytose (ZALEWSKY/MOODY 1979), Auflösung des Granulainhaltes und Ausschleusung durch die intakte Zellmembran (ITO 1967 b, STEPHANS/PFEIFFER 1968), apokrine Sekretion (ZALEWSKY/MOODY 1979) oder durch holokrine Sekretion (PFEIFFER 1970 a, ZALEWSKY/MOODY 1979).

Der Golgi Apparat liegt im Zytoplasma supranukleär oder paranukleär (ITO 1967 b, BLOOM/FAWCETT 1968). Es können 1 - 2 Golgi Apparate beobachtet werden, in deren Nähe man kleine Vesikel und größere, kondensierende Vakuolen verschiedener Dichte findet (HELANDER 1981).

SPICER et al. (1978) konnten im Golgi Apparat Kohlenhydrate feststellen. Der intrazelluläre Transport von Glykoproteinen vom rauen endoplasmatischen Retikulum über den Golgi Apparat zu den Sekretgranula wurde von KRAMER und GEUZE (1977) nachgewiesen.

Die Mitochondrien sind länglich, haben eine Länge bis zu 2 μm und eine Breite von 0,5 μm (WATTEL et al. 1977 a). Diese Organellen liegen meist supranukleär (HELANDER 1981).

Das endoplasmatische Retikulum ist spärlich ausgebildet (BLOOM/FAWCETT 1968). Dagegen gibt es viele Ribosomen (HELANDER 1981).

Die Lysosomen stehen in positiver Beziehung zu den Schleimproduktionskapazitäten von schleimproduzierenden Zellen beim Schwein (DEVERY et al. 1983).

Nach BANKS (1974) ist der Kern oval oder spheroidal; die Kernform hängt ab von der Zellform und der Menge gespeichertem Muzinogen. Der Zellkern ist ca. $8 \times 4 \mu\text{m}$ groß. Das Nukleoplasma ist hell (RUBIN et al. 1968). Der kleine Nukleolus liegt meist zentral (ITO 1967 b, HELANDER 1981).

Je tiefer die Magenepithelzellen in den Foveolae gastricae liegen, desto kleiner und isoprismatischer werden sie. Sie wandern die Magenrübchen hinauf, werden schmaler und ersetzen die Magenepithelzellen (DELMANN 1971).

Die Zellen in den Foveolae gastricae enthalten weniger Muzigengranula. Die neugebildeten Zellen werden durch den Wachstumsdruck nach oben geschoben (BLOOM/FAWCETT 1968).

Diese "unreifen" Zellen (HELANDER 1981) enthalten weniger, runde, bis zu $0,4 \mu\text{m}$ große Sekretgranula, statt dessen aber zahlreiche Tubuli im apikalen Zytoplasma (WATTEL et al. 1977 a, 1979).

Unter physiologischen Bedingungen werden die Magenepithelzellen kontinuierlich zur Oberfläche hin abgestoßen oder gehen zugrunde. Die Magenepithelzellpopulation wird alle 3 Tage erneuert. Die Regeneration vollzieht sich durch die oben genannten isoprismatischen Magenepithelzellen, die tief in den Magenrübchen oder im Halsbereich der Magendrüsens liegen (BLOOM/FAWCETT 1968).

VOLLRATH (1959) stellte Carboanhydrase-Aktivität in den Magenepithelzellen fest. Diese ist wichtig für die HCO_3^- -Produktion. Das Bicarbonat dient als Puffer im Magenschleim (ALLEN 1981).

1.2. Lamina propria mucosae

In die Lamina propria mucosae eingebettet liegen die Magendrüsens. Glandulae gastricae. Die tubulösen Magendrüsens können verzweigt oder geknäuelst sein. Sie sind dicht gepackt und haben eine Länge von 0,3 - 1,5 mm. Der Durchmesser beträgt 30 - 50 μm (BLOOM/FAWCETT 1968, HELANDER 1981). Fibroblasten bilden die geformte Grundsubstanz, die aus kollagenen Fasern vom Typ I und Typ III und aus elastischen Fasern besteht. In diesem retikulären Geflecht liegen Nervenfasern und Kapillarnetze.

In das lockere Bindegewebe sind speziell beim Schwein zahlreiche Lymphozyten, eosinophile Granulozyten, Makrophagen, Mastzellen und Plasmazellen eingebettet. Es können Lymphfollikel beobachtet werden (DELMANN 1971, BANKS 1974). Aus der Lamina muscularis mucosae können glatte Muskelfasern in die Lamina propria mucosae ziehen (HELANDER 1981).

Die Dicke der Lamina propria mucosae ist in den verschiedenen Magenregionen unterschiedlich. Die Lamina propria mucosae ist in der Kardial- und der Pylorusdrüsenszone am dicksten ausgebildet (BANKS 1974, HELANDER 1981).

1.2.1. Magendrüsen

Die Tunica mucosa schließt folgende tubuläre Magendrüsen ein:

a) Glandulae cardiacae, Kardiadrüsen

Bemerkenswert ist, daß beim Schwein die Kardiadrüsenzzone ca. 1/3 des Magens bedeckt (NICKEL et al. 1987).

In der Kardiadrüsenzzone hat die Tunica mucosa beim Schwein eine Dicke von 716 - 1437 µm. Am Beginn der Kardiadrüsenzzone (Pars cardiaca) münden die Kardiadrüsen in Foveolae gastricae mit einer Breite von 48 - 127 µm und einer Länge von 112 µm. Am Übergang zur Fundusdrüsenzzone beträgt die Länge der Foveolae gastricae 448 µm. Das Lumen der Kardiadrüsen ist relativ groß. Meist münden ein, selten zwei, Ausführungsgänge einer Kardiadrüse in ein Magengrübchen (PETROSYAN/SHUBIN 1976).

Die Kardiadrüsen sind stark verästelt und häufig geknäuel (ELLENBERGER/v. SCHUMACHER 1914).

Die Übergangszone zur Fundusdrüsenzzone ist undeutlich ausgebildet, so können in der Kardiadrüsenzzone Fundusdrüsen gesehen werden (HELANDER 1981).

Den exokrinen Anteil der Kardiadrüsen bilden die Kardiadrüsenzellen:

-- Kardiadrüsenzelle (Epitheliocytus cardiacus)

Die Kardiadrüsenzellen haben kegelförmige oder isoprismatische Gestalt und gleichen den Zellen des Oberflächenepithels (ELLENBERGER/v. SCHUMACHER 1914, TRAUTMANN/FIEBIGER 1949), sie enthalten große, mukoide, apikal liegende Granula (PETROSYAN/SHUBIN 1976). Nach Stimulation durch Fütterung oder Pilocarpin-Applikation sind nur noch wenige Granula vorhanden (HELANDER 1981).

Der Nukleus ist oval oder flach und liegt basal. Er schließt 1 - 2 Nukleoli ein (ELLENBERGER/v. SCHUMACHER 1914, TRAUTMANN/FIEBIGER 1949, PETROSYAN/SHUBIN 1976).

Unreife Kardiadrüsenzellen, die im Rahmen des Turn overs nachgebildet werden, enthalten keine Sekretgranula, ein gering entwickeltes, rauhes endoplasmatisches Retikulum und wenig andere Organellen (WATTEL/GEUZE 1978).

Die PAS Färbung, ist bei im Drüsenkörper gelegenen Kardiadrüsenzellen negativ, bei den Kardiadrüsenzellen im Ausführungsgang positiv (HÖLLER 1970). Je tiefer die Kardiadrüsenzellen in den Kardiadrüsenschläuchen liegen, desto geringer ist der Gehalt an RNA und DNA. (PETROSYAN/SHUBIN 1976).

Das Sekret der Kardiadrüsenzellen wurde von HÖLLER (1970) durch angelegte Pawlow Pouches untersucht. Die Sekretion unterliegt einer circadianen Rhythmik. Es wurde eine Sekretmenge der Kardiadrüsen von ca. 500 - 600 ml/Tag ermittelt. Das Sekretionsprodukt ist eine leicht alkalische, klare Flüssigkeit, mit geringen Schleim- und Zellbeimengungen. Die Osmolarität entsprach einem Plasmaultrafiltrat, bei dem die Chlorid-Konzentration gesenkt und die Bicarbonat-Konzentration erhöht wurde. Aus diesem Zusammenhang läßt sich eine Pufferfunktion ableiten. Es wurde nahezu keine α -Amylase-Aktivität festgestellt, dagegen konnte eine starke Lipase-Aktivität ermittelt werden.

Neben exokrinen Kardiadrüsenzellen finden sich endokrine Zellen, diese werden in Kapitel d beschrieben.

b) *Glandulae gastricae propriae*, Fundus- und Eigendrüsen

Diese Drüsen liegen in der Lamina propria mucosae des Corpus und Fundus ventriculi. Beide Magenregionen erstrecken sich beim Schwein über eine Fläche von ca. 1/3 des Magens (NICKEL et al. 1987).

Die Eigendrüsen sind im Gegensatz zu anderen Magendrüsen relativ lang. Zwischen den Drüsen der Fundusdrüsenzzone ist nur wenig Gewebe der Lamina propria mucosae eingelagert, so daß die Eigendrüsen sehr dicht gelagert sind (BANKS 1974).

Die Eigendrüsen des Schweines sind so stark aufgerollt, daß Verzweigungen nur schwer zu erkennen sind. Durch diese Drüsenform wird eine läppchenartige Gestalt der Drüsen erreicht, die Lamina propria mucosae bildet so Septen zwischen diesen Läppchen. Die Tunica mucosa in der Fundusdrüsenzzone ist 1350 - 2062 μm , im Durchschnitt 1840 μm dick (KONDO 1966).

Die Eigendrüsen sind beim Schwein durchschnittlich 1570 μm lang (KONDO 1966).

Die Eigendrüsen und ihre Drüsenzellen lassen sich strukturell und funktionell gliedern in:

α Isthmus

-- Isthmuszelle (Epitheliocytus nondifferentiatus, siehe Kapitel E)

β Cervix (Hals)

-- Nebenzelle (Mucocytus cervicalis)

γ Pars principalis

-- Hauptzelle (Exocrinocytus principalis)

-- Belegzelle (Parietalzelle, Exocrinocytus parietalis)

-- Endokrine Zelle (Endocrinocytus gastrointestinalis, siehe Kapitel d)

-- Nebenzelle (*Mucocytus cervicalis*)

Beim Schwein sind die Nebenzellen über die ganze Fundusdrüsenzzone nahezu gleichmäßig verteilt. Pyloruswärts nimmt die Zahl der Nebenzellen zu. Das Schwein hat im Gegensatz zu anderen Tierarten zahlreiche Nebenzellen (KONDO 1966, ROY 1977).

Im Vergleich zu den Magenepithelzellen sind die Nebenzellen kleiner, isoprismatischer und ca. 7 µm breit (RUBIN et al. 1968, HELANDER 1981).

BLOOM/FAWCETT (1968) sprechen von einer unregelmäßigen Gestalt, so können die Zellen eine breite Basis und eine spitze Apex oder umgekehrt haben. Die Nebenzellen werden von den Nachbarzellen deformiert.

Die Seitenflächen sind mit den Nachbarzellen verzahnt (PATT/PATT 1969). Die Zellverbindungen sind denen anderer Epithelzellen ähnlich. Es sind Desmosomen ausgebildet (BLOOM/FAWCETT 1968, HELANDER 1981).

Das Zytoplasma ist basophiler und dichter als das der Magenepithelzellen (DELMANN 1971). Im frischen, ungefärbten Präparat sind diese Zellen mit zahlreichen, bläuen, kleinen und transparenten Granula gefüllt. Bei Färbung mit PAS oder mit Muzikarmin werden in der apikalen Zellhälfte viele Granula markiert (BLOOM/FAWCETT 1968). Das Verhalten gegenüber verschiedenen Färbemethoden hängt von den Kohlenhydratkomponenten der Nebenzellen ab (HELANDER 1981).

Die Dichte der Nebenzellgranula ist geringer als die der Granula der Magenepithelzellen. Granula in der Nähe des Golgi Apparates haben eine deutliche Membran, während apikale Granula häufig konfluieren. Die Granula der Nebenzellen haben eine gleichmäßige Dichte und ein feines, granuläres Erscheinungsbild (CORPRON 1966).

In den Granula lassen sich Regionen verschiedener Dichte unterscheiden (ITO 1967 b). Die Form der Granula ist spheroidal, oval oder scheibenförmig (BLOOM/FAWCETT 1968), sie werden unter Auflösung der Granulamembran ausgeschleust (CORPRON 1966).

Das Sekretionsprodukt unterscheidet sich von dem der Magenepithelzellen und ist ähnlich dem der Kardial- und Pylorusdrüsenzellen (BANKS 1974).

Der große, flache Zellkern liegt basal und enthält einen deutlichen Nukleolus. Die Kernmembran ist stark eingefaltet (ITO 1967 b, PATT/PATT 1969, HELANDER 1981). Bei den Nebenzellen können im Vergleich zu den Haupt- und Belegzellen häufig Mitosen beobachtet werden (ITO 1967 b).

Es gibt mehrere, große Golgi Apparate, die supra- oder paranukleär liegen (ITO 1967 b, HELANDER 1981).

Das rauhe endoplasmatische Retikulum ist spärlich ausgebildet, dafür gibt es viele Ribosomen (ITO 1967 b, BLOOM/FAWCETT 1968, HELANDER 1981).

Die Mitochondrien sind klein, stabförmig und im ganzen Zytoplasma verteilt (BLOOM/FAWCETT 1968, HELANDER 1981).

Auf der apikalen Zelloberfläche sind kurze Mikrovilli und eine deutliche Glykokalyx lokalisiert (ITO 1967 b, DELLMANN 1971).

Unreife Nebenzellen, während des Turn overs, enthalten weniger Sekretgranula als die reifen Nebenzellen. Der Zellkern ist groß und deutlich, mit einem ausgeprägten Nukleolus. Im reichlichen Zytoplasma liegen Ribosomen, Polysomen, einige kleine Schleimgranula, nur wenige Mitochondrien und wenig glattes endoplasmatisches Retikulum (CORPRON 1966, RUBIN et al. 1968). Es wurden Übereinstimmungen bei den Schleimfärbeeigenschaften zwischen den Nebenzellen und den Parietalzellen gefunden, die die Theorie unterstützen, daß sich unreife Nebenzellen in Parietalzellen transformieren (GERARD et al. 1967, HELANDER 1981).

-- Hauptzelle (*Exocrinocytus principalis*)

Beim Schwein sind im basalen Drittel der Eigendrüsen 45 %, im mittleren Drittel 33 % und im oberen Drittel 22 % aller Hauptzellen lokalisiert (KONDO 1966).

Charakteristisch für die Hauptzellen ist das basophile Zytoplasma, das besonders stark zwischen Zellbasis und Nukleus ausgebildet ist. Die Ursache für die starke Basophilie ist das hier angereicherte, lamellär geschichtete, rauhe endoplasmatische Retikulum. Zwischen den Lamellen sind Mitochondrien aufgereiht (PATT/PATT 1969).

Der apikale Teil des Zytoplasmas ist gefüllt mit zahlreichen, großen Granula, die mit Pepsinogen gefüllt sind. Die Färbung des Pepsinogens ist inhomogen, einige Granula haben ein dunkles, ungefärbtes Zentrum. Die Granula sind PAS positiv (YASUDA et al. 1966).

Die Granula haben runde oder ovale Form und eine geringe Dichte. Der Inhalt der Granula erscheint hell, granulär und homogen (LILLIBRIDGE 1964, BLOOM/FAWCETT 1968, BANKS 1974).

Postmortal kommt es spontan zur Desintegration der Hauptzellen. Meist wird der Inhalt der Granula herausgelöst, so daß das Zytoplasma vakuoliert und hell erscheint (BLOOM/FAWCETT 1968).

Bei Stimulation der Sekretion nimmt die Größe und Anzahl der Granula ab. Dagegen nimmt nach Hemmung der Sekretion die Größe und Anzahl der Granula zu, während die Granuladichte abnimmt (HELANDER 1981).

Während der Sekretion werden die Membranen der Zymogengranula in die apikale Zellmembran eingebaut (HELANDER 1978).

Die basale Zellmembran ist relativ glatt. Die lateralen Anteile der Zellmembran sind mit den Nachbarzellen leicht verzahnt (HELANDER 1981). Mit den Nachbarzellen sind Hauptzellen durch Desmosomen verbunden (ROY 1977).

Auf der adluminalen Oberfläche sind wenige, 200 nm lange und 80 nm breite, unregelmäßig orientierte Mikrovilli ausgebildet (BLOOM/FAWCETT 1968, TONER et al. 1971, ROY 1977).

Auf dieser Oberfläche liegt filamentöses Material (ITO 1967 b).

Der gut entwickelte Golgi Apparat liegt supranukleär (ITO 1967 b, BLOOM/FAWCETT 1968). In der Nähe des Golgi Apparates liegen Proenzymgranula verschiedener Dichte und Größe (HELANDER 1981).

Das rauhe endoplasmatische Retikulum kann in Form von Tubuli oder Zisternen ausgebildet sein (BLOOM/FAWCETT 1968, DELLMANN 1971). Freie Ribosomen liegen im ganzen Zytoplasma entweder einzeln oder als Polysomen (ROY 1977).

In den Mitochondrien liegen nur wenige Innenmembranen und einige ca. 30 nm große Matrixgranula. Die Mitochondrien haben einen Durchmesser von 0,3 - 0,4 μm und eine Länge bis zu 5 μm (HELANDER 1981). Nach ROY (1977) sind die Mitochondrien rund bis oval, haben unterschiedliche Größe und liegen supranukleär.

Gelegentlich können Lysosomen, multivesikuläre Körper und Lipidtröpfchen in den Hauptzellen beobachtet werden (HELANDER 1981).

Der runde oder ovale Zellkern liegt basal, er füllt ca. 12 % des Zellvolumens aus (PATT/PATT 1969, HELANDER 1978).

Die Hauptzellen haben die Aufgabe Pepsinogen und eine gastrische Lipase zu produzieren (BANKS 1974).

Die Synthese des Pepsinogens erfolgt in der basalen Zellhälfte im rauen endoplasmatischen Retikulum, das Pepsinogen wird in die apikale Zellhälfte transportiert und von einem zytoplasmatischen Membransystem umgeben (PATT/PATT 1969).

Unreife Hauptzellen können in den oberen Teilen des Drüsengrundes beobachtet werden. Sie sind gekennzeichnet durch kleinere und dichtere Sekretgranula als die der reifen Hauptzellen. Das rauhe endoplasmatische Retikulum ist nur schwach entwickelt (HELANDER 1981).

Die Magensekretion wird durch neurovagale, endokrine und immunologische Mechanismen gesteuert. In der gastralen Phase regulieren Acetylcholin, Gastrin und Histamin, während Prostaglandine, Leukotriene und Lipoxxygenasen nur modulierend eingreifen. Der Nervus vagus reguliert durch vago-vagale Reflexe die Gastrinsekretion und die gastrale Durchblutung (LIEBICH 1985).

Die Freisetzung von Pepsinogen wird stimuliert durch den Nervus vagus und durch das Hormon Sekretin (MADGE 1975).

Bei der Geburt kann keine Pepsin-Aktivität beim Ferkel gemessen werden. Die Pepsin-Aktivität steigt in der ersten Lebenswoche stark an, in der 2. Lebenswoche ist nur eine leichte Zunahme und in darauffolgenden Wochen ist ein starkes Ansteigen der Pepsin-Aktivität zu verzeichnen (BRAUDE et al. 1958, LEWIS et al. 1957). Tiere, die festes Futter erhalten, haben eine höhere Pepsin-Aktivität als milchgefütterte Tiere (CRANWELL/TITCHEN 1976).

-- Belegzelle (Parietalzelle, Exocrinocytus parietalis)

Die Parietalzellen sind größer als die Hauptzellen und somit die größten Zellen der Magenschleimhaut (HOFFMANN 1961, HELANDER 1981).

Die Gesamtzahl der Belegzellen ist geringer als die der Hauptzellen (PATT PATT 1969).

Parietalzellen werden beim Schwein in allen Eigendrüsen gefunden, ihre Zahl nimmt zur Drüsenbasis hin ab. Im oberen Drittel der Eigendrüsen sind 45,6 %, im mittleren Drittel sind 36,8 % und im unteren Drittel 17,6 % aller Belegzellen lokalisiert (KONDO 1966).

Die Lage der Parietalzellen ist nur selten am Drüsenlumen, sie liegen meist den Hauptzellen außen an, oder schieben sich keilförmig zwischen die Hauptzellen (HOFFMANN 1961).

Belegzellen haben spheroidal-kubische ("birnförmige") Gestalt (SLOSS 1954, DELLMANN 1971, BANKS 1974). Große Belegzellen können so die Basalmembran nach außen vorwölben (ROY 1977).

Um das Drüsenlumen zu erreichen, sind interzelluläre Sekretkanälchen zwischen den Hauptzellen ausgebildet. An diese interzellulären Sekretkanälchen angeschlossen sind intrazelluläre Sekretkanälchen (Sekretkapillaren, Sekretkanaliculus). Diese werden gebildet durch tiefe Invaginationen der Zellmembran, die ein lockeres, intrazelluläres Netzwerk um den Kern der Belegzellen formen. Diese Sekretkanälchen dienen der Oberflächenvergrößerung (TRAUTMANN/FIEBIGER 1949, BLOOM/FAWCETT 1968, DELLMANN 1971).

Die Oberfläche der Sekretkanälchen ist bedeckt von dünnen Mikrovilli. Apikale Mikrovilli können bis ins Drüsenlumen reichen (PATT/PATT 1969, BANKS 1974).

Der basale Abschnitt der oberflächlichen Zellmembran hat viele Einfaltungen, die sich blättchenförmig verzahnen, dieser Teil des Plasmalemmis ist mit der Basalmembran verbunden (BANKS 1974). Die seitlichen Anteile der Zellmembran weisen oft Verzahnungen mit Nachbarzellen auf. Die basalen und lateralen Zellmembranen werden als "Versorgungsoberfläche" angesehen, sie haben eine Größe von etwa $1000 \mu\text{m}^2$. Die Zellmembran hat hier nur eine Dicke von 7,5 nm, apikal an den Sekretkanälchen ist die Zellmembran ca. 10,5 nm dick (HELANDER 1981).

Nach SEDAR (1969) wird die Oberfläche der Sekretkanälchen von einer dünnen Glykokalyx bedeckt.

In der Matrix der Mikrovilli treten longitudinal angeordnete Mikrofilamente auf. Einige Mikrovilli sind an ihrem Ende verdickt (ITO/SCHOFIELD 1974).

Tubuli und Vesikel werden supranukleär im Bereich der Zellmembran an den Sekretkanälchen gefunden (DELLMANN 1971, HELANDER 1981).

Der Durchmesser der Tubulovesikel beträgt 0,06 - 0,1 μm . Die Tubulovesikel sind gelegentlich verzweigt oder können anastomosieren und sind dicht gepackt. Zwischen den Membranen der Tubulovesikel und der Zellmembran wurden Übereinstimmungen in der Dicke und in den Schichten der Membranen gefunden. (RUBIN et al. 1968, ITO/SCHOFIELD 1974, 1978).

Im Zytoplasma der Belegzellen liegen große, stabförmige, stark strukturierte Mitochondrien dicht gepackt nebeneinander (BLOOM/FAWCETT 1968, PATT/PATT 1969). Nach ROY (1977) liegen beim Schwein die Mitochondrien um den Zellkern der Parietalzellen.

Die Mitochondrien füllen 22 - 44 % des Zytoplasmas, in Abhängigkeit vom Sekretionszustand der Zelle, aus (ZALEWSKY/MOODY 1977, ITO/SCHOFIELD 1978). Die hohe Gesamtzahl und die dicht gepackten Innenmembranen der Mitochondrien deuten auf einen stark oxydativen Stoffwechsel der Parietalzellen hin (HELANDER 1981). Die Mitochondrien sind für die Eosinophilie des Parietalzellzytoplasmas verantwortlich (TONER et al. 1971).

Der Golgi Apparat ist mäßig ausgebildet, er liegt meist zwischen Nukleus und Zellbasis, im Unterschied zu den anderen Drüsenzellen des Magens (DELLMANN 1971, ROY 1977).

Im Zytoplasma ist nur wenig, rauhes endoplasmatisches Retikulum und sind nur wenige Ribosomen vorhanden. Zusammen mit dem geringen Gehalt an RNA läßt dies auf eine geringe Proteinsynthese schließen (BLOOM/FAWCETT 1968, STÖHR/v. MÖLLENDORFF 1969). Das glatte und das rauhe endoplasmatische Retikulum liegen basal (HELANDER 1981).

Lysosomen und multivesikuläre Körper treten in den Belegzellen nur in geringem Umfang auf. Mikrotubuli werden häufig zwischen den Tubulovesikeln gesehen, sie haben wahrscheinlich eine Funktion bei der Verschiebung von Membranen während der Sekretion von HCl. In geringem Umfang sind Lipidtropfen, katalase-positive Partikel und Glykogen im Zytoplasma vorhanden (HELANDER 1981).

Der Zellkern ist rund und liegt zentral. Gelegentlich können 2 Zellkerne auftreten (TRAUTMANN/FIEBIGER 1949, GRAU/WALTER 1967). Der Nukleolus ist deutlich (HELANDER 1981).

Die HCl-Sekretion läßt sich durch Gastrin, Histamin und durch den Nervus vagus stimulieren (MADGE 1975, HELANDER 1981). Es wurde festgestellt, daß mit der HCl-Sekretion eine gleichzeitige, äquivalente Abgabe von Bicarbonat in die Blutbahn stattfindet (PATT/PATT 1969).

Bei Stimulation der HCl-Sekretion nimmt die Sekretionsoberfläche, d.h. die Sekretionsmembran, und die Anzahl, Größe und Länge der Mikrovilli in den Sekretkanälchen zu, während die Tubulovesikel im Zytoplasma abnehmen (ITO/SCHOFIELD 1974, FORTE et al. 1975, 1977, TITCHEN et al. 1976).

Nach der Stimulation werden die Mikrovilli bulbös. Die Mikrofilamente in den Mikrovilli verlieren die Orientierung (ITO/SCHOFIELD 1978, FORTE et al. 1977).

Durch Endozytose werden die überflüssigen Membranbestandteile nach der Sekretion ins Zytoplasma zurückgeschleust (FORTE et al. 1977).

Bei Hemmung der HCl-Sekretion akkumulieren die Tubulovesikel im Zytoplasma und die Anzahl der Mikrovilli ist reduziert (ITO/SCHOFIELD 1974).

Daraus wurde die Hypothese eines Membranflusses zwischen den beiden Membransystemen, den Tubulovesikeln und der Sekretionsmembran, abgeleitet (TITCHEN et al. 1976, HELANDER 1981).

Im nicht stimulierten Zustand treten im Zytoplasma zahlreiche Tubulovesikel und an der Zellmembranoberfläche kurze Mikrovilli auf (FORTE et al. 1975).

Eine wichtige Rolle bei der Sekretion von HCl spielt das Plasmalemm, das den selektiven Ionentransport steuert. Ein Schlüsselenzym im Mechanismus der HCl-Sekretion ist die Carboanhydrase. Dieses Enzym katalysiert die Reaktion von CO_2 und H_2O zu H_2CO_3 , das in einer zweiten Reaktion in Bicarbonat und in ein Proton zerfällt. Das Proton wird dann durch die adluminale Zellmembran abgegeben, das verbleibende Bicarbonat-Ion an die Blutbahn abgegeben. Hier ist die $\text{K}^+ - \text{H}^+$ -ATPase ein weiteres Schlüsselenzym. Das Chlorid-Ion wird in einem gesonderten Schritt hinzugefügt (VOLLRATH 1959, PATT/PATT 1969, DELLMANN 1971, MADGE 1975, SACCOMANI et al. 1979).

Das Chlorid-Ion wird von der Belegzelle aus der Blutbahn aufgenommen und als solches auch wieder sezerniert (MADGE 1975).

Von der Zahl der Belegzellen ist die sekretierte Menge an HCl abhängig (WITZEL et al. 1977).

HELANDER (1981) unterscheidet neben der Parietalzelle auch noch Drüsenhalsparietalzellen. Diese Zellen zeichnen sich aus, durch eine geringe zytoplasmatische Dichte, eine geringe Zahl an Tubulovesikeln und Mitochondrien und ein deutliches, rauhes endoplasmatisches Retikulum. Die Sekretkanälchen sind geschlossen und schwächer ausgebildet. Diese Zellen sollen unreife Parietalzellen darstellen, die sich aus Nebenzellen entwickelt haben (HELANDER 1981).

Beim Ferkel hemmt durch Fermentation entstandenes Laktat die HCl-Sekretion (CRANWELL/TITCHEN 1976). Die HCl-Sekretion beginnt im Alter von 1 - 3 Tagen p.n. (CRANWELL et al. 1976, CRANWELL/TITCHEN 1976). 60 Minuten nach dem Säugen setzt beim Ferkel die HCl-Sekretion ein. Nach Applikation von Pentagastrin und Histamin nimmt die HCl-Sekretion bereits nach 30 - 60 Minuten zu. Beim fastenden Ferkel sinkt die HCl-Sekretion (CRANWELL/TITCHEN 1974, NOAKES et al. 1968).

Bemerkenswert ist, daß bei abgesetzten Ferkeln der pH-Wert des Magens, nach Fütterung, von pH 5,8 innerhalb 15 Minuten auf pH 2,8 gesenkt wird (SCHICKETANZ 1967).

c) Glandulae pyloricae, Pylorusdrüsen

Die Pylorusdrüsen sind stärker verästelt als die Eigendrüsen. Die Äste sind stärker geschlängelt und oft aufgeknaült. Die Pylorusdrüsen sind relativ kurz (BANKS 1974).

Der Ausführungsgang der Pylorusdrüsen mündet in tiefere und engere Magenrübchen als die Eigendrüsen (TRAUTMANN/FIEBIGER 1949).

Am Übergang zur Fundusdrüsenzzone erstreckt sich wieder eine Übergangszone. Die histologische Abgrenzung der Pylorusdrüsen sollte deshalb mit dem Auftreten verästelter Drüsen und der Abwesenheit von Hauptzellen erfolgen (HELANDER 1981).

Die exokrine Wandzelle der Pylorusdrüsen ist die Pylorusdrüsenzelle (Exocrinocytus pyloricus):

-- Pylorusdrüsenzelle (Exocrinocytus pyloricus)

Die Pylorusdrüsenzellen haben isoprismatische oder stumpfkegelförmige Gestalt (TRAUTMANN/FIEBIGER 1949). Der Zellkern ist flach, chromatinreich und liegt im basalen Zellabschnitt (TRAUTMANN/FIEBIGER 1949, BLOOM/FAWCETT 1968, DELLMANN 1971).

Die meisten Schleimgranula werden in der apikalen Zellhälfte gefunden. Sie haben einen Durchmesser von 0,3 - 1,2 μm . Der Kern der Granula ist meist dicht und außen von einer weniger dichten Peripherie umgeben (HELANDER 1981).

Die Pylorusdrüsenzellen haben einen gut ausgebildeten Golgi Apparat und ein gut ausgeprägtes, rauhes endoplasmatisches Retikulum (HELANDER 1981).

Speziell beim Schwein wurde der Intrinsicfaktor, der für die Absorption von Vitamin B₁₂ essentiell ist, in alzinophilen Zellen der Pylorusdrüsen gefunden (HOEDEMAKER et al. 1966).

Neben den Pylorusdrüsenzellen treten endokrine Zellen in den Pylorusdrüsen auf (siehe Kapitel d).

d) Endokrine Zellen

-- Gastrin- oder G-Zelle

G-Zellen kommen vor in der Pylorusdrüsenzzone, vereinzelt können G-Zellen in der Kardiadrüsenzzone auftreten (HELANDER 1981).

Beim Schwein sind die G-Zellen überwiegend im mittleren Drittel der Pylorusdrüsen zu finden (BUSSOLATI/PEARSE 1970, CAPELLA/SOLCIA 1972). Sie sind oval oder pyramidenförmig (BUSSOLATI/PEARSE 1970, FORSSMANN/ORCI 1969).

Die G-Zellen haben runde, vesikuläre Granula mit einer durchschnittlichen Größe von 0,25 μm . Diese Granula haben einen lockeren Kern, der mäßig osmiophil ist (SOLCIA et al. 1970, 1975, CAPELLA/SOLCIA 1972).

McGUIGAN (1968) konnte das Peptidhormon Gastrin in den Sekretgranula nachweisen.

In der Regel liegen die G-Zellen der Basalmembran auf und haben Kontakt zum Lumen der Pylorusdrüsen (=offener Typ). An der apikalen Oberfläche liegen Mikrovilli, pinozytotisch-ähnliche Vesikel, Zilien und Zentriolen (SOLCIA et al. 1975).

Durch die Gastrinzelle wird nicht nur Gastrin freigesetzt, sondern auch andere Hormone und β -Lipoprotein gebundene Peptide (FORSSMANN et al. 1980).

Für die Ausschleusung der Sekretionsprodukte von G-Zellen gibt es nach FORSSMANN et al. (1980) mehrere mögliche Wege:

- Emiozytose
- Fusion tubulärer Membranen mit der Zytoplasmamembran
- intrazytoplasmatische Freisetzung
- Transport ohne die Verpackung in Golgi Vesikel.

Die G-Zellen enthalten einen großen, klaren Zellkern (FORSSMANN 1970).

Die Gastrin-Zellen haben zytoplasmatische Regionen, die vorwiegend mit rauhem endoplasmatischen Retikulum gefüllt sind, diese liegen perinukleär in apikalen und lateralen Zytoplasmabereichen. Der Golgi Apparat ist meist an das endoplasmatische Retikulum angeschlossen. (FORSSMANN/ORCI 1969).

Die Freisetzung von Gastrin wird stimuliert durch den Nervus vagus, Ethanol, Katecholamine, Dehnung des Antrum pyloricum und Zunahme des pH-Wertes im Magen (SOLCIA et al. 1975).

Unter normalen Fütterungsbedingungen sind einige Granula leer, während andere Granula gefüllt sind. Beim fastenden Tier sind die Granula der G-Zelle dicht gefüllt. Fasten die Tiere länger als 24 Stunden, so können Lyso-somen beobachtet werden (FORSSMANN/ORCI 1969, FORSSMANN 1970).

Gastrin wird bei der Sekretion oder nach der Sekretion gespalten (GIRAUD et al. 1984).

Das Hormon Gastrin steigert u.a. die Magensekretion, v.a. die HCl-Sekretion und fördert die Motorik des Antrum pyloricum, bei gleichzeitiger Verzögerung der Magenentleerung (SCHMIDT/THEWS 1983).

-- Enterochromaffine oder EC-Zelle

EC-Zellen liegen in großer Zahl beim Schwein vorwiegend in der basalen Hälfte der Tunica mucosa. Am häufigsten sind die EC-Zellen in der Pylorusdrüsenzzone und dem daran anschließenden Teil der Fundusdrüsenzzone (HAKANSON et al. 1970), sie werden aber auch in anderen Regionen der Magenschleimhaut angetroffen (HELANDER 1981).

Die Granula der EC-Zellen sind pleomorph. Der Durchmesser der Granula beträgt durchschnittlich ca. 0,45 μm , in der Fundusdrüsenregion sind die Granula kleiner (durchschnittlicher Durchmesser ca. 0,35 μm) (CAPELLA/SOLCIA 1972).

Die EC-Zellen enthalten in ihren Granula 5-Hydroxytryptamin (Serotonin). Der Amingehalt ist verantwortlich für die chromaffinen und argentaffinen Reaktionen (SOLCIA et al. 1970, 1975, HELANDER 1981). Neben Serotonin sind auch Nicht Amin-Inhaltsstoffe in den EC-Granula enthalten (SOLCIA et al. 1975). Nach HELANDER (1981) soll es sich hier um ein Polypeptid handeln. Die EC-Granula liegen basal (FORSSMANN 1970).

Basal sind an den EC-Zellen lange Zytoplasmafortsätze lokalisiert. Im Zytoplasma liegen kleine und dichte Mitochondrien, Lipidkörper, wenig, granuläres endoplasmatisches Retikulum und ein kleiner Golgi Apparat (MITSCHKE 1977).

EC-Zellen der Fundusdrüsenzzone sind vom geschlossenen Typ (SOLCIA et al. 1975).

Die Unterschiede in Granulagröße, Zellform, Zellgröße, luminalen Fortsätzen, Glykogeninhalt und Pharmakaempfindlichkeit sind die Folge der funktionellen Spezialisierung der EC-Zellen in verschiedenen Regionen des Magendarmtraktes (SOLCIA et al. 1975).

-- ECL-Zelle

Die ECL-Zellen sind klein, haben eine unregelmäßige Gestalt und sind stark argyrophil. Sie sind diffus verteilt und treten insbesondere in großer Anzahl in den basalen Anteilen der Fundusdrüsen auf. ECL-Zellen fehlen in der Pylorusdrüsenzzone (CAPELLA/SOLCIA 1972, SOLCIA et al. 1975, HELANDER 1981).

Im Zytoplasma liegen zwei Arten von Granula vor. Einerseits überwiegend vesikuläre Granula mit einem unregelmäßigen, argyrophilen Kern, der exzentrisch in einem weiten Zwischenraum liegt. Andererseits treten Granula auf, mit einem runden, kompakten, argyrophilen Kern, die von einer Membran umgeben sind. Zwischen Kern und Membran liegt ein dünner, klarer Raum (CAPELLA/SOLCIA 1972, SOLCIA et al. 1975).

Die Sekretgranula haben beim Schwein einen Durchmesser von durchschnittlich $0,32 \mu\text{m}$ (CAPELLA/SOLCIA 1972).

Die ECL-Zellen in den Mageneigendrüsen sind vom geschlossenen Typ (SOLCIA et al. 1970).

Der Zellkern der ECL-Zellen ist oval. Oft können im Zytoplasma Lipidtropfen und Lysosomen gefunden werden (DE LEMOS 1977).

Die ECL-Zellen liegen eng an der Basalmembran, darunter liegen Nervenendigungen und Blutkapillaren. Es ist anzunehmen, daß die Aktivität der ECL-Zellen von diesen beeinflusst wird (SOLCIA et al. 1975). Diese Zellen stehen unter der Kontrolle von Gastrin und unter vagaler Kontrolle. Die ECL-Zellen leiten den Einfluß vom Nervus vagus und Gastrin auf die Magensekretion weiter (SOLCIA et al. 1975, GRUBE 1976).

-- D-Zelle

D-Zellen werden hauptsächlich in den Pylorusdrüsen gefunden, nur wenige werden in der Fundusdrüsenregion angetroffen (SOLCIA et al. 1975, HELANDER 1981).

Die Gestalt der D-Zellen hängt ab von den umgebenden Zellen, sie ist meist ovoid (FORSSMANN et al. 1978).

Die relativ großen Granula sind rund, haben einen Durchmesser von $0,2 - 0,4 \mu\text{m}$ in der Fundusdrüsenzone und einen Durchmesser von $0,2 - 0,6 \mu\text{m}$ in der Pylorusdrüsenzone. Die Granula sind schwach osmiophil und von einer eng anliegenden Membran umhüllt. Der Kern der Granula ist homogen (CAPELLA/SOLCIA 1972, SOLCIA et al. 1975, HELANDER 1981).

D-Zellen besitzen ovoide Mitochondrien. Der Zellkern ist oval, lobuliert und liegt im Zentrum der D-Zelle. Diese Zellen enthalten relativ viele Lysosomen, einige Zisternen von rauhem endoplasmatischem Retikulum und einen gering entwickelten Golgi Apparat (DE LEMOS 1977, FORSSMANN et al. 1978).

D-Zellen geben Somatostatin ab, durch das die HCl-Sekretion gehemmt wird (KUSOMOTO et al. 1979).

-- D₁-Zelle

D₁-Zellen sind klein und liegen tief in den Fundus- und Pylorusdrüsen. Die Mitochondrien sind schmaler als die der D-Zellen. Eine große Menge an zytoplasmatischen Filamenten ist um den Zellkern angeordnet (SOLCIA et al. 1975, DE LEMOS 1977, HELANDER 1981).

Die runden Granula haben einen Durchmesser von ca. $0,15 \mu\text{m}$, deren Zentrum ist osmiophil, rund und kompakt. Der Kern der Granula ist umgeben von einem dünnen, klaren Hof; die Granula sind argyrophil (CAPELLA/SOLCIA 1972, SOLCIA et al. 1975, HELANDER 1981).

Die D₁-Zellen besitzen viel endoplasmatisches Retikulum, sowie Prosekretgranula und Zentriolen. Die Zellmembranen stülpen Interdigitationen aus, apikal besitzen die D₁-Zellen Mikrovilli (MITSCHKE 1977).

-- X-Zelle

X-Zellen können in der Fundus- und in der Pylorusdrüsenzone gefunden werden, in letzterer ist ihre Anzahl geringer (SOLCIA et al. 1975, HELANDER 1981).

X-Zellen sind mittelgroß und haben azidophile Granula. Die runden oder ovalen X-Zellen ähneln den D-Zellen, können aber anhand der Sekretgranula unterschieden werden. So reagieren die Granula der X-Zellen mit Phosphorwolframsäure und haben einen Durchmesser von ca. $0,25 \mu\text{m}$ (SOLCIA et al. 1975, HELANDER 1981).

-- S-Zelle

S-Zellen sind pyramidenförmig oder spindelförmig und treten in der Magenschleimhaut auf (SASAGAWA et al. 1973).

Die Sekretgranula dieser Zellen sind klein, rund, relativ dicht und haben einen Durchmesser von $0,15 - 0,45 \mu\text{m}$. Im Zytoplasma sind viele Filamente enthalten. Die S-Zellen produzieren Sekretin (CAPELLA/SOLCIA 1972, HELANDER 1981). In den Granula liegt ein dichtes Zentrum, das von einem klaren Hof umgeben ist (CAPELLA/SOLCIA 1972).

1.2.2. Nervenfasern

Nervenfasern liegen häufig in der Lamina propria mucosae, ohne eine Myelinscheide auszubilden (HELANDER 1981).

STACH et al. (1975) konnten Abstände von ca. $50 - 500 \text{ nm}$ zwischen Axonen und Belegzellen nachweisen. Bei 50 nm Abstand kommt es zu einer Verschmelzung der beiden Basalmembranen, was für eine Innervation der Belegzellen spricht. Afferente, freie Nervenendigungen wurden in der Pylorusdrüsenzzone zwischen Drüsengrund und Lamina muscularis mucosae beobachtet (STACH 1976).

1.2.3. Blutgefäße

Die Blutgefäße entspringen aus einem oberflächlichen, submukösen Plexus. Die Gefäße durchdringen die Lamina muscularis mucosae, anastomosieren untereinander und verzweigen sich am Drüsengrund. 2- 4 Kapillaren umgeben eine Magendrüse (GUTH/ROSENBERG 1972, HATTORI 1974).

Die Durchblutung der Tunica mucosa hat entscheidenden Einfluß auf den Schutz der Schleimhaut. So ist beispielsweise bei gestörter Magenschranke, mit verbundener erhöhter Säurerückdiffusion und normaler Durchblutung, nur mit geringen Läsionen der Schleimhaut zu rechnen (RITCHIE 1977, WHITTLE 1977).

Wird die Durchblutung weit reduziert, so hört die Sekretion von HCl , Bicarbonat und Schleim auf (GUTH/BALLARD 1981). Nach MERSEREAU und HINCHEY (1973) treten Ulzerationen auf, wenn übermäßige Produktion von H^+ -Ionen nicht durch die Durchblutung kompensiert werden kann. Die Durchblutung reguliert den pH-Wert der Schleimhaut durch Steuerung der H^+ - und Bicarbonat-Konzentrationen (SCHIESSEL 1982).

Der Blutfluß wird gesteigert durch den Nervus vagus im Fundus und Korpus-Bereich, nicht im Antrum; ebenfalls stimulierend wirkt Histamin (GUTH/BALLARD 1981, TEICHMANN 1983).

1.2.4. Zellinfiltrationen

Das lockere Bindegewebe der Lamina propria mucosae ist darüber hinaus reich an immunologisch aktiven Zellen, wie Makrophagen, eosinophilen Granulozyten, Mastzellen und Lymphozyten.

So treten bei pathologischen Prozessen im Magen vermehrt Plasmazellen auf, was auf den Einfluß von Autoimmunprozessen hinweist (DVORKIN 1983).

a) Mastzellen

Beim Schwein treten Mastzellen gehäuft in der Tela submucosa und im basalen Drittel der Magenschleimhaut auf (HAKANSON et al. 1970).

Mastzellen kommen auch im Magenepithel vor, v.a. in der Pylorusdrüsenzzone, (CAPELLA/SOLCIA 1972).

Die Mastzellen sind in der Lamina propria mucosae kleiner als die anderen Mastzellen des Organismus und weniger dicht granuliert. Die Gestalt ist einheitlicher und die Färbeeigenschaften unterscheiden sich (ENERBÄCK 1966).

Das freigesetzte Histamin von Mastzellen kann über cAMP die Sekretion von HCl stimulieren (EKBLAD et al. 1977).

Intra- und extraepithelial gelegene Mastzellen bilden Histamin, Leukotriene und Prostaglandine und greifen so in die Regulation der Magensekretion mit ein (LIEBICH 1985).

b) Lymphozyten

Lymphozyten werden auch im Epithel der Magenschleimhaut gefunden (TONER et al. 1971).

Intraepithelial gelegene, immunassoziierte Zellen, wie T-Lymphozyten und Makrophagen im Antrum pylori erkennen als immunassoziierte Zellen Antigene der Nahrung. Diese Zellen induzieren eine Kaskade immunologischer Vorgänge, unter Vermittlung von Mucosa- und Bindegewebsmastzellen, die schließlich in einer Erhöhung der Mucosa-Durchblutung, einer Gastrin-Freisetzung aus den G-Zellen und einer Aktivierung schleimproduzierender Deckepithelzellen endet. Somit wird die Sekretion der Magenschleimhaut nicht nur durch nervale und hormonelle, sondern auch durch immunologische Steuermechanismen kontrolliert (LIEBICH 1985, LIEBICH/TEICHMANN 1985).

Das Antrum pylori kann deshalb als immunologisches Rezeptorfeld angesehen werden. Immunologisch-aktivierte (I a positive) Lymphozyten und Mastzellen steuern u.a. auch die Sekretion der Haupt- und Parietalzellen der Fundusdrüsenzzone, sowie die Durchblutung der Schleimhaut. Dieses synergistische Zusammenwirken beider Zellpopulationen führt letztlich zu einer gesteigerten Magensaftsekretion und zu einer erhöhten Schleimproduktion (LIEBICH 1986).

1.3. Lamina muscularis mucosae

Die Lamina muscularis mucosae besteht aus einer inneren, zirkulären und einer äußeren, longitudinalen Schicht glatter Muskelfasern (SLOSS 1954). Gelegentlich kommt eine zusätzliche, äußere Schicht glatter Muskelfasern hinzu (PATT/PATT 1969).

Von der inneren, zirkulären Schicht strahlen Bündel glatter Muskelfasern in die Lamina propria mucosae, zwischen die Magendrüsen, ein (BLOOM/FAWCETT 1968).

Beide Muskelfaserhauptschichten werden durch schräg ziehende Fasern verbunden. Die Lamina muscularis mucosae hat unterschiedliche Stärke, an den Faltenkämmen der Areae gastricae ist sie dicker, dagegen ist sie an der Basis der Foveolae gastricae dünner (STÖHR/v. MÖLLENDORFF 1969).

In der Pars pylorica liegen zahlreiche elastische Fasern in der Lamina muscularis mucosae (SLOSS 1954).

2. Tela submucosa

Die Tela submucosa wird von einem lockeren Bindegewebe gebildet, das zahlreiche Fettzellen, Blut- und Lymphgefäße, sowie vegetative Nervenfasern und Ganglien enthält (DELLMANN 1971).

Nervenfasern und Ganglienzellen bilden den Meissner'schen Plexus oder Plexus submucosus (BANKS 1974).

Dieses Gewebe ist reich an Mastzellen, Lymphozyten und eosinophilen Granulozyten (BLOOM/FAWCETT 1968).

Auffällig beim Schwein ist die Vielzahl an Lymphknoten in der Kardiadrüsenzzone, die die Lamina muscularis mucosae durchdringen können (SCHULTZ 1962).

3. Tunica muscularis

Die Tunica muscularis besteht aus 3 Schichten glatter Muskelfasern. Innen liegt die Ringmuskelschicht, Stratum circulare, außen liegt die Längsmuskelschicht, Stratum longitudinale, dazwischen eingefügt ist die dritte, schräg-verlaufende Muskelschicht, die von den Fibrae obliquae internae nur im Fundus- und Korpusbereich gebildet wird (SLOSS 1954, NICKEL et al. 1987).

Die Fibrae obliquae internae bilden die muskulöse Grundlage für den Sphincter cardiae. Die Lamina circularis bildet die muskulöse Grundlage für den Sphincter pylori und den speziell beim Schwein auftretenden Torus pyloricus (SLOSS 1954, NICKEL et al. 1987).

In der Tunica muscularis der Pars cardiaca liegen zahlreiche elastische Fasern (SLOSS 1954).

Zwischen dem Stratum circulare und dem Stratum longitudinale liegt der Auerbach'sche Plexus oder Plexus myentericus, sowie Blut- und Lymphgefäße (DELLMANN 1971, BANKS 1974).

4. Tela subserosa

Die Tela subserosa besteht aus lockerem Bindegewebe, das zahlreiche elastische Fasern enthält (SLOSS 1954).

5. Tunica serosa

Die Tunica serosa wird gebildet von einem einschichtigen Plattenepithel (SLOSS 1954).

Das Plattenepithel wird wegen seiner mesodermalen Abstammung auch als Mesothelium bezeichnet.

D. Ontogenese der Tunica mucosa

Das Epithel des Magendarmtraktes ist entodermalen Ursprungs. Es differenziert sich zum Oberflächenepithel des Magens und zu den Epithelzellen der Schlauchdrüsen. Um dieses Epithel kondensiert das Mesenchym und entwickelt sich zu den restlichen Magenschichten (AREY 1965).

Das Magenepithel ist anfangs einschichtig hochprismatisch, später wird es durch ein mehrschichtiges oder pseudomehrschichtiges Epithel, aus gering differenzierten Zellen, ersetzt. Magendrüsen deuten sich durch Einsenkung des Oberflächenepithels an (DE LEMOS 1977, HELANDER 1981).

Beim Schwein werden Magengrübchen um den 45. Tag der Embryogenese gebildet. PAS positive Substanzen werden im Magenepithel bei 45 - 50 Tage alten Embryonen gefunden. Nach dem 55. Tag entwickelt sich aus dem mehrschichtigen Epithel ein einschichtiges Epithel. Die Epithelzellen sind prismatisch, schmal und haben Zellkerne, die in verschiedenen Höhen liegen (GEORGIEVA/GEROV 1975).

Als erste Zellen differenzieren sich die Parietalzellen am ca. 60. Tag der embryonalen Entwicklung. Sie liegen in den basalen Abschnitten der Magengrübchen, sind in Gruppen angeordnet und größer als die Nachbarzellen. Der Zellkern ist oval und zentralliegend. PAS positive Granula liegen supra- und paranukleär (GEORGIEVA/GEROV 1975).

Unreife Parietalzellen besitzen ein mäßig entwickeltes, rauhes endoplasmatisches Retikulum, viele, freie Ribosomen, Glykogenakkumulationen und einige dichte Sekretgranula. Der Golgi Apparat ist prominenter als in reifen Parietalzellen, dagegen enthalten die unreifen Parietalzellen nur wenige Tubulovesikel. Diese Parietalzellen enthalten mehr Mitochondrien als die sie umgebenden Epithelzellen (HELANDER 1981).

Das Zytoplasma der Belegzellen ist granulär und enthält wenige Mitochondrien. Die intrazellulären Canaliculi sind nur schwach entwickelt (HATTORI 1974).

Zwischen dem 65. und dem 80. Tag a.p. verdickt sich die Magenwand und die Zahl der Parietalzellen nimmt zu (GEORGIEVA/GEROV 1975).

Ab dem 70. Tag der Embryonalzeit wird die Lamina muscularis mucosae gebildet. Am Beginn des 3. Embryonalmonats haben sich die Nebenzellen ausdifferenziert. Am Ende des 3. Monats der Embryogenese können die ersten Eigendrüsen beobachtet werden. Bei 96 Tage alten Feten treten stark basophile Zellen auf, die den Hauptzellen ähneln (GEORGIEVA/GEROV 1975).

Am Ende der Embryogenese können argentaffine Zellen mit einem großen Nukleus im Fundus der Magendrüsen gefunden werden.

Der Ausdifferenzierungsgrad der Parietalzellen beim neugeborenen Ferkel hängt ab von der Lokalisation der Parietalzelle in den Drüsen. Im Isthmus der Drüsen sind die meisten Parietalzellen ausdifferenziert und agranulär. Zum Drüsengrund hin gibt es viele unterschiedliche Ausreifungsgrade (TUDOR/SCHOFIELD 1977).

Unreife Hauptzellen sind charakterisiert durch größere Sekretgranula und mehr rauhes endoplasmatisches Retikulum als die anderen Epithelzellen. Diese Hauptzellen enthalten eine Schleimkomponente (HELANDER 1981).

Der pH-Wert des Mageninhaltes liegt in allen Embryonalstadien zwischen 7 und 8,3 (GEORGIEVA/GEROV 1975).

Hauptzellen finden sich am 1. Tag p.n.. Sie besitzen ein basophiles Zytoplasma mit einem ovoiden Kern. Gleichzeitig finden sich leicht basophile Nebenzellen und azidophile Belegzellen. 12 - 48 Stunden p.n. ist das apikale Zytoplasma der Magenepithelzellen dicht mit PAS positiven Granula gefüllt. Einige PAS positive Zellen liegen in den Mageneigendrüssen (GEORGIEVA/GEROV 1975, SCHWAB 1986).

Zwischen Geburt und 30 Tagen p.n. füllen die Magendrüssen die Lamina propria mucosae aus. Die Tunica muscularis wird dicker. Die dünne Lamina propria mucosae enthält zahlreiche, freie Lymphozyten (GEORGIEVA/GEROV 1975).

Die Kardiadrüsen verlängern, schlängeln und verzweigen sich postnatal. Die Kardiadrüsenzellen sind isoprismatisch und leicht azidophil. Enterochromaffine Zellen treten gleich nach der Geburt in geringer Anzahl in den Foveolae gastricae der Pylorusdrüsenzone auf (SCHWAB 1986).

Bei 5 - 10 Tage alten Ferkeln können die Hauptzellen klar unterschieden werden. das Zytoplasma ist basophil und granulär. Nach dem 10. Tag p.n. steigt die Zahl der Mitosen in PAS positiven Zellen. Zwischen 10 und 20 Tagen p.n. ist die Schleimhaut dünn und mit wenigen Drüsen ausgestattet (PINTEA et al. 1977).

Ab 19 Tagen p.n. finden sich Lymphfollikel in der Kardiadrüsenzone, in der Fundusdrüsenzone bereits ab dem 5. Tag p.n. (SCHWAB 1986).

Zwischen dem 20. und 30. Tag p.n. werden große Mengen PAS positiver Substanzen in den Nebenzellen und Magenepithelzellen gefunden. Die vormals PAS positiven Hauptzellen werden PAS negativ (GEORGIEVA/GEROV 1975).

Bei 20 - 30 Tage alten Ferkeln entwickelt sich die Schleimhaut der Fundus- und Pylorusdrüsenregion durch Dickenzunahme. Die Eigendrüsen vermehren und verdichten sich, gleichzeitig nimmt das Bindegewebe ab. Im Drüsenepithel überwiegen azidophile Zellen, einige wandeln sich durch Metaplasie in basophile Zellen um (PINTEA et al. 1977).

Parietalzellen entwickeln sich aus undifferenzierten Epithelzellen (GEORGIEVA/GEROV 1975, TUDOR et al. 1976, 1977).

In der 3. Woche p.n. sind die Magendrüsen noch nicht voll ausdifferenziert. Die Parietalzellen sind denen adulter Tiere ähnlich (TUDOR et al. 1976).

Zwischen dem 30. und 54. Tag p.n. finden die morphologischen Veränderungen vorwiegend in der Fundusdrüsenregion statt. sie bestehen hauptsächlich aus einer Zunahme der Hauptzellen. Die Entwicklung der Basalmembranen geht der Reifung der Epithelien voraus (PINTEA et al. 1977).

E. Erneuerung und Regeneration der Zellen der Tunica mucosa

In den Magendrüsen befindet sich eine "progenitor cell area", hier werden mitotisch sich teilende Zellen gefunden (WILLEMS et al. 1972).

Diese undifferenzierten Zellen liegen im Gebiet zwischen Drüsenhals und basalen Anteilen der Magengrübchen. Dieser Bereich entspricht dem Isthmus der Eigendrüsen, wo die Isthmuszellen liegen. Diese Zellen sind isoprismatisch und besitzen einige Mikrovilli auf der apikalen Zelloberfläche. Im Zytoplasma liegt nur wenig, rauhes endoplasmatisches Retikulum, zahlreiche Ribosomen sind vorhanden. Der Zelleib erscheint deshalb basophil. Der Zellkern ist groß und ovoid. Im Zytoplasma sind wenige Sekretgranula und Mitochondrien zu finden (KAKU 1966, RUBIN et al. 1968, WILLEMS 1972, WATTEL et al. 1979, HELANDER 1981).

Die Differenzierung der Parietalzellen geschieht wahrscheinlich stufenweise. Zunächst sollen sich aus den undifferenzierten Zellen der Progenitorzone Dr senhalsparietalzellen entwickeln, die sich dann weiter in Parietalzellen differenzieren (RUBIN et al. 1968, STOFFELS et al. 1978, HELANDER 1981).

Dagegen behalten die Hauptzellen die Fähigkeit, sich mitotisch teilen zu können. Parietalzellen können sich nicht mehr teilen (WILLEMS et al. 1972, HELANDER 1981).

Die Progenitorzone liegt bei der Geburt in der basalen Hälfte der Mageneigendrüsen und verlagert sich später in die obengenannte, adulte Lage (HELANDER 1981).

Für folgende Zellen konnte bei Mensch, Ratte und Maus eine Lebensspanne ermittelt werden (untersuchte Species in Klammern):

<u>Zelle</u>	<u>Lebensspanne</u>	<u>Literatur</u>
<i>1. Kardiadrüsenzzone:</i>		
Magenepithelzellen	2 Tage	KAKU 1966 (Mensch)
Kardiadrüsenzellen	3 Tage	KAKU 1966 (Mensch)
<i>2. Fundusdrüsenzzone:</i>		
Magenepithelzellen	3 - 6,3 Tage	CASTRUP et al. 1973 (Mensch) STEVENS/LEBLOND 1953 (Ratte)
Nebenzellen	6,5 - 7,1 Tage	WEGENER et al. 1971 (Ratte) STEVENS/LEBLOND 1953 (Ratte)
Hauptzellen	2 Monate	WILLEMS et al. 1972 (Maus)
Parietalzellen	46 Tage	RAGINS et al. 1968 (Maus)
<i>3. Pylorusdrüsenzzone:</i>		
Magenepithelzellen	1 - 3 Tage	KAKU 1966 (Mensch), WEGENER et al. 1971 (Ratte), STEVENS/LEBLOND (Ratte) 1953
Pylorusdrüsenzellen	1 - 10 Tage	KAKU 1966 (Mensch) WEGENER et al. 1971 (Ratte)
Gastrinzelle	2 - 4 Monate	LEHY/WILLEMS 1976 (Maus)

Für das Epithel der Pars nonglandularis konnte bei 3 Tage alten Ferkeln eine Lebensdauer von 2 - 4 Tagen festgestellt werden (MOON 1971).

F. Magenschleim

Der Magenschleim bildet einen flexiblen Schutzüberzug und ist unlöslich in den luminalen Sekreten des Magens (ALLEN 1981).

Die wichtigsten Aufgaben des Magenschleims sind nach ALLEN (1981):

1. Mechanischer Schutz;
2. Versorgungsgrundlage für endogene Mikroorganismen;
3. Bindung von Kationen;
4. Schutz vor Autodigestion;

um diese Funktion gewährleisten zu können, muß der Magenschleim sowohl die Wirkung von HCl, als auch die von Pepsin egalisieren. Der Magenschleim ist für H^+ -Ionen von den Belegzellen permeabel. Diese Protonen werden zum einen vom Futter abgepuffert, zum anderen durch im Magenschleim enthaltenes Bicarbonat neutralisiert. Aus diesem Grund baut sich am Magenschleim ein pH-Gradient auf. Der Magenschleim wird durch Pepsin abgebaut, deshalb muß es zu einem dynamischen Gleichgewicht zwischen Abbau des Magenschleims durch Pepsin und der Sekretion des Magenschleims kommen.

Die Inhaltsstoffe des Magenschleims sind:

bis zu 95 % Wasser,

1 - 10 % Glykoproteine (Muzine),

1 % dialysierbare Salze mit ähnlicher Zusammensetzung wie im Blutplasma (ALLEN 1981).

Eine Besonderheit am Magenschleim des Schweines ist die Viskosität, die im Bereich von pH 1 - 8 konstant ist (ALLEN 1979).

Pepsin kann nicht durch den Magenschleim diffundieren. Deshalb haben die Eigendrüsen unterhalb der Nebenzellen keinen Schleimüberzug, d.h. aber auch, daß die Zellmembran gegen ihre eigenen Produkte inert sein muß. Die Sekrete der Eigendrüsen werden durch den Sekretionsdruck aus den Drüsen ausgestoßen, wo sich ein Sekretpfropfen als Verschuß bildet (ALLEN 1981).

Nach BOLNOT und COMBRISON (1984) gewährleistet den Schutz vor H^+ -Ionen und Pepsin die Magenschranke (barrière gastrique), bestehend aus Schleim, Oberflächenfilm und Epithelzellen. Ulzerogene Substanzen wie Lakstat oder Alkohol hemmen den aktiven Transport der Epithelzellen, besonders den von HCO_3^- -Ionen und Na^+ -Ionen, unter Beeinträchtigung des Oberflächenfilms und durch Hemmung der Prostaglandinsynthese.

ALLEN et al. (1986) stellten fest, daß HCl und hypertone NaCl-Lösung weder die Schleimschicht beschädigen, noch ihre rheologischen Eigenschaften verändern.

WILLIAMS und TURNBERG (1981) postulieren die Schleim-Bicarbonat-Schranke. So konnte an der adluminalen Schleimseite ein pH-Wert von 2,3, an der abluminalen Schleimseite ein pH-Wert von 7,26 gemessen werden. Dies wird gewährleistet durch Neutralisation mittels Bicarbonat. Das Bicarbonat stammt aus dem aktiven Transport von Magenepithelzellen, vom Blutplasma und von den Belegzellen nach der Säure-Sekretion (GARNER et al. 1983).

Der wasserunlösliche Schleim wird stetig an das Lumen, durch Pepsinolyse und mechanische Einwirkungen abgegeben. Der nicht degradierte Schleim bildet ein Gel, auf dem ein Sol von degradiertem, wäßrigen Schleim schwimmt. Große Moleküle, wie Pepsin, können den Schleim nicht durchdringen (ALLEN et al. 1984).

Die Solphase des Schleims schützt vor mechanischen Einwirkungen. Der Schleim bietet keinen Schutz gegen exogene Agentien wie Alkohol, denn Schleim stellt keine effektive Barriere für Protonen und kleinere Moleküle, bis zur Größe von Vitamin B₁₂, dar. Die Schleimdicke und -kontinuität kann nur an unfixierten Präparaten untersucht werden, da histologische Techniken nur Dehydratation und Schrumpfung bewirken. Die Struktur des Schleims hängt ab vom polymeren Aufbau der Glykoproteine (ALLEN et al. 1986).

Die Schleimsekretion wird stimuliert durch Prostaglandine, Carbachol und Sekretin (ALLEN et al. 1986).

Aus histochemischen Untersuchungen muß gefolgert werden, daß "Mukoid" als einheitliche, spezifische Schleimsubstanz falsch ist. Durch verschiedene Schleimfärbemethoden können art- und drüsentypische Unterschiede festgestellt werden (KNOSPE/TANYOLAC 1982, KNOSPE 1983).

G. Lektine

Heute werden unter Lektinen Proteine und Glykoproteine pflanzlichen und tierischen Ursprungs zusammengefaßt. Sie binden an Mono- oder Oligosaccharide reversibel und nicht kovalent. Ihre Spezifität ist dabei so hoch, daß D- und L-Mono- oder Disaccharide mit Hydroxylgruppen in cis- oder trans-Stellung und auch α - und β -glykosidische Bindungen unterschieden werden können. Lektinkonzentration, Temperatur, pH-Wert, Ionenkonzentration, Einbettungstechnik, sowie Fixations- und Inkubationstechnik beeinflussen die Bindung der Lektine (ROTH 1978, DULANY 1979, SCHREVEL et al. 1981, BRASITIUS et al. 1982, RITTMAN/MacKENZIE 1983, ALLISON 1987).

Nach KOCOUREK und HOREJSI (1983) handelt es sich um Proteine ohne Immunglobulin-Eigenschaften, die fähig sind Mono- und Oligosaccharide spezifisch zu erkennen und reversibel zu binden, ohne die kovalente Struktur zu verändern.

Die Einteilung der Lektine erfolgt nach ihrer Kohlenhydratspezifität:

<u>Spezifität für</u>	<u>Beispiel</u>
1. Mannose oder Glucose	Con A
2. N-Azethyl-D-Glucosamin	WGA, UEA II, GS II
3. N-Azethyl-D-Galactosamin	DBA, SBA, HPA, MPA
4. D-Galaktose	GS I, PNA, RCA I, RCA II
5. L-Fucose	UEA I
6. Sialinsäure	WGA
7. komplexe Kohlenhydrate	PHA

nach ROTH (1978), GOLDSTEIN (1981), LIENER et al. (1986).

III. Material und Methode

A. Untersuchungsmaterial

Als Untersuchungsmaterial dienten Schleimhautproben der Pars proventricularis, der Pars cardiaca, des Fundus ventriculi und der Pars pylorica von Schweinen, die zuvor in 4 unterschiedlichen Gruppen gehalten wurden. Die Gruppen unterscheiden sich im Alter der Tiere, in der Fütterung und in der Rasse.

Gruppe 1: Ferkel 1 - 9 (Ferkel-nach Fütterung mit Muttermilch) (s.u.)

Die Schleimhautproben dieser Gruppe wurden aus einem Wurf mit 9 Ferkeln ($n = 9$) gewonnen. Die Ferkel wurden mit unterschiedlichem Alter eingeschlachtet. Die Tiere (Deutsche Landrasse) wurden im Stall der Klinik für Innere Medizin der Tierärztlichen Fakultät der Ludwig-Maximilians-Universität München artgerecht gehalten.

Am 3. Lebenstag wurde sämtlichen Tieren 350 mg Eisen-Dextran intramuskulär verabreicht. An die Muttersau wurde handelsübliches Sauenfutter verfüttert. Die Ferkel 2 bis 5 (s.u.) erhielten Kolostrum und Sauenmilch. Das Ferkel 9 (s.u.) wurde am 45. Tag p.n. auf Trockenfutter (Ferkelaufzuchtfutter) umgestellt.

Gruppe 2: Ferkel I - IX (Ferkel-nach Fütterung mit Aufzuchtfutter) (s.u.)

Das Untersuchungsmaterial dieser Gruppe bestand aus gastralen Schleimhautproben von Ferkeln einer Mastkreuzung Deutsche Landrasse (Mutter) x Pietrain (Vater). Während alle Tiere vom gleichen Vater abstammten, waren die Ferkel unterschiedlichen Alters von verschiedenen Müttern. Es wurden Schleimhautproben von Tieren entnommen, die dem Gewichtschnitt des jeweiligen Wurfs entsprachen. Die Tiere wurden im Ferkelerzeugerbetrieb G. Hösch, Rockenbach, 8531 Gutenstetten, artgemäß und unter standardisierten Bedingungen gehalten. Erkrankungen des Gastrointestinaltraktes wurden nicht beobachtet.

Am 2. Lebenstag wurde 380 mg Eisen-Dextran intramuskulär appliziert. Den Muttersauen wurde handelsübliches Sauenfutter verabreicht. Ferkel I erhielt kein Futter und wurde sofort nach der Geburt getötet. Ferkel II und Ferkel III erhielten Muttermilch und Ferkel-Pre-Starter (Fa. Denkavit, 4410 Warendorf), ein Ergänzungsfuttermittel für Saugferkel. Nach 14 Tagen p.n. wurde auf Ferkelaufzuchtfutter II (Fa. Club, 2000 Hamburg) umgestellt. Die Ferkel wurden mit 4 Wochen Alter abgesetzt.

Zeitpunkt der Probenentnahme von Ferkeln verschiedener Altersstufen in Abhängigkeit von der applizierten Futterration:

Tage p.n.	Ferkel	Fütterung	Ferkel	Fütterung
1	1	keine Nahrung	I	keine Nahrung
5	2	Muttermilch	II	Muttermilch + Prestarter
12	3		III	Muttermilch + Aufzuchtfutter
19	4		IV	
26	5	Muttermilch + Sauenfutter	V	Aufzuchtfutter
33	6		VI	
40	7		VII	
45	8	Trockenfutter	VIII	
68	9		IX	

Gruppe 3:

Diese Gruppe umfaßt Schlachtschweine, die in 2 Untergruppen zu je 3 Tieren gehalten wurden. Die Schweine wurden entweder a) mit einer Getreidemischung oder b) mit einer Kartoffel-Gerstenschrot-Proteinmischung gefüttert (s.u.).

Die Tiere wiesen bei der Schlacht tieruntersuchung keine Krankheitssymptome auf. Die Schlachtschweine erhielten am 1. - 4. Lebenstag die übliche prophylaktische Injektion von Eisen-Dextran.

a) Schlachtschweine-nach Fütterung einer Getreidemischung

Diese Schweine (Deutsche Landrasse) wurden im Mastbetrieb Distler, Schneemühle, 8531 Emskirchen artgemäß gehalten. Das durchschnittliche Lebendgewicht der Tiere ($n = 3$) am Tag der Schlachtung betrug ca. 95 kg, das Alter war 5,5 Monate. Es wurde eine ad libitum Fütterung der folgenden Mischung angeboten:

- 20 Teile Weizenschrot
- 10 Teile Gerstenschrot
- 13 Teile Sojaextraktionsschrot (Becher's Gold Brand^R, Normtyp)
- 1,5 Teile Mineralfuttermittel für Mastschweine (Typ 2029, Fa. Milkivit, 8859 Burgheim).

b) Schlachtschweine-nach Fütterung einer Kartoffel-Gerstenschrot-Proteinmischung

Diese Schweine ($n = 3$) wurden im landwirtschaftlichen Betrieb Gugel, 8531 Schornweisach artgemäß gehalten. Das durchschnittliche Lebendgewicht der Tiere (Deutsche Landrasse) am Tag der Schlachtung betrug ca. 120 kg, das Alter war 7 Monate.

Es wurde folgende Mischung angeboten:

- Mischung 1 Teil Kartoffeln gedämpft + 1 Teil Rüben, gehaltvoll (ad libitum)
- 1 kg Wintergerstenschrot/Tag
- 0,5 kg Eiweißkonzentrat/Tag E 48 (Fa. Raiffeisen, 8700 Würzburg)

Gruppe 4: Wildschweine

Zusätzlich wurden gastrale Schleimhautproben von 3 Wildschweinen ($n = 3$) gewonnen, die bei einer Treibjagd im Waldgebiet Osing, 8531 Krautostheim erlegt wurden. Nach dem Aufbrechen und Ausweiden wurden die entsprechenden Magenschleimhautproben entnommen. Bei den Tieren handelte es sich um Überläufer mit einem durchschnittlichen Gewicht von ca. 60 kg. Vor dem Erlegen waren an den Tieren keine Abnormitäten zu erkennen. Der Tierkörper wies ebenfalls keine sinnfälligen Veränderungen auf.

B. Materialgewinnung

Die Ferkel der Gruppen 1 und 2 wurden in ca. einwöchigem Abstand mit Nembutal^R (=Pentobarbital) eingeschláfert. Das Alter der Ferkel betrug:

1/4 Stunde	= Ferkel 1, I
5 Tage	= Ferkel 2, II
12 Tage	= Ferkel 3, III
19 Tage	= Ferkel 4, IV
26 Tage	= Ferkel 5, V
33 Tage	= Ferkel 6, VI
40 Tage	= Ferkel 7, VII
45 Tage	= Ferkel 8, VIII
68 Tage	= Ferkel 9, IX

Unmittelbar nach der Tötung der Tiere wurden aus der Pars proventricularis, der Pars cardiaca, dem Fundus ventriculi und der Pars pylorica Magenwandabschnitte von 1 x 1 cm Größe entnommen.

C. Histologische Untersuchungsmethoden

1. Lichtmikroskopische Untersuchungen

Die Proben der Gruppe 1 (Ferkel nach Fütterung mit Muttermilch) wurden in 6 % iger GAH-Lösung (GAH in 0,15 M Natriumcacodylatpuffer, pH 7,3, 310 mosmol) für 48 Stunden zur Fixierung eingelegt. Anschließend wurden diese zweimal je 24 Stunden in Waschlösung (0,15 M Natriumcacodylatpuffer mit 0,2 M Saccharose, pH 7,3, 310 mosmol) gewaschen.

Die Proben der anderen Gruppen (2 - 4) wurden 24 Stunden in Bouin-Lösung fixiert und anschließend dreimal für jeweils 24 Stunden in 70 % igen Alkohol aufbewahrt. Die Entwässerung sämtlicher Proben erfolgte routinemäßig in aufsteigender Alkoholreihe, die Einbettung wurde mit Parablast vorgenommen. Die Parablastblöcke wurden in einer Dicke von 5 µm geschnitten. Die Schnitte wurden mit Hämalaun-Eosin (H.E.), Alzian Blau (AB) und Periodic-Acid-Schiff (PAS) nach McManus gefärbt und mit Eukitt eingedeckt.

Präparation und Einbettung der Schleimhautproben für Semidünnschnitte erfolgte in der bei der Darstellung der elektronenmikroskopischen Präparation beschriebenen Weise (siehe dort). Die Semidünnschnitte (ca. 1 µm dick) wurden mit einem Ultramikrotom (LKB Ultratom Typ 4801 A) angefertigt und mit Methylenblau (Lösung: 1 g Methylenblau, 1 g Dinatriumtetraborat, 40 g Saccharose in 100 ml Aqua bidest., 1 - 9 Tropfen Formol 35 %) gefärbt. Alle lichtmikroskopischen Präparate wurden mit einem Leitz (Wetzlar) Dialux 20 Fotomikroskop ausgewertet und z.T. fotografisch dokumentiert.

2. Morphometrische Untersuchungen

Die morphometrischen Untersuchungen wurden an lichtmikroskopischen Präparaten der Gruppen 1 und 2 bei Vergrößerungen von 3,5 x 6, 10 x 6 und 25 x 6 (Objektiv x Okular) mit Hilfe eines Leitz-Meßokulars durchgeführt.

Es wurden Präparate ausgewählt in denen die Foveolae gastricae bzw. Magendrüsen senkrecht und in ganzer Länge angeschnitten wurden. Die Breite der Foveolae gastricae und Außendurchmesser der Schlauchdrüsen wurden vermessen, indem die basalen Zellgrenzen der jeweiligen Epithelzellen als Meßpunkte gewählt wurden. Bei der Tiefe der Foveolae gastricae wurden die luminalen Zellgrenzen der oberflächlichen Magenepithelzellen und die basalen Zellgrenzen der Magenepithelzellen im Fundus der Foveolae gastricae als Meßpunkte ausgewählt.

Aus den Meßwerten wurde der arithmetische Mittelwert gebildet und in Diagramme eingetragen.

3. Lektinhistochemie

Es wurden gastrale Schleimhautproben aller 4 Gruppen nach dem beschriebenen Verfahren behandelt und untersucht.

Für die Lektinhistochemie wurden 14 verschiedene Fluorescein-iso-thio-cyanat (FITC) gekoppelte Lektine verwendet (Proteinkonz.: 1 mg/ml, E.Y. Laboratories, San Mateo). Sie wurden jeweils mit Phosphatpuffer (PBS, Behringwerke, Verdünnung 1/20 mit A. bidest., pH 6,8) 1/10 verdünnt und bei - 20° C aufbewahrt.

Entsprechend den 14 Lektinen (s.u.) wurden 14 Serienschnitte verwendet. Diese wurden routinemäßig entparaffiniert und zweimal für je 10 Min. im PBS gewaschen. Nach Trocknung wurden die Schnitte 1/2 Stunde lang mit etwa 100 µl des jeweiligen Lektins inkubiert. Anschließend wurden sie mit PBS abgespült, nochmals zweimal je 10 Min. in PBS gewaschen, kurz mit A. dest. abgespült und zum Trocknen aufgestellt. Die Auswertung erfolgte unter UV-Licht mit einem Leitz (Wetzlar) Dialux 20 Fotomikroskop.

Bewertet wurde die Intensität der Fluoreszenz in den Zellen der gastralen Schleimhaut. Die Intensität wurde in einem subjektiven Bewertungsmaßstab nach KESSIMIAN et al. (1986) von - bis +++ eingeteilt:

- ≙ keine Bindung von Lektinen,
- + ≙ schwache Bindung von Lektinen,
- ++ ≙ mäßige Bindung von Lektinen,
- +++ ≙ intensive Bindung von Lektinen, zusätzlich eingeführt wurde
- +/- ≙ sehr schwache Bindung von Lektinen.

Die Ergebnisse wurden für jedes Tier in einer Tabelle festgehalten. Aus diesen Ergebnissen wurde für jede Gruppe ein Mittelwert gebildet und ebenfalls in einer Tabelle dokumentiert.

Ähnlich wurden die Ergebnisse der Alzian Blau und PAS Färbung in Tabellen festgehalten.

Tabellarische Aufstellung der verwendeten Lektine

Lektin	Abkürzung	Spezifität
Glucose/Mannose-Gruppe		
Canavalia ensiformis	Con A	α -Man α -Glc α -GlcNAc
N-Acetylglucosamin-Gruppe		
Griffonia simplicifolia II	GS II	α - und β -GlcNAc
Ulex europaeus II	UEA II	L-Fuc α -1,2 Gal β - 1,4 GlcNAc
Triticum vulgare	WGA	GlcNAc (β -1,1 GlcNAc) ₁₋₂ >Neu5Ac
N-Acetylgalactosamin/Galactose-Gruppe		
Bauhinia purpurea	BPA	α - und β -D-GalNAc α - und β -D-Gal
Dolichos biflorus	DBA	GalNAc α -1,3GalNAc α -GalNAc
Griffonia simplicifolia I	GS I	α -D-GalNAc α -D-Gal
Helix pomatis	HPA	GalNAc α -1,3GalNAc > α -GalNAc
Maclura pomifera	MPA	α -GalNAc > α -Gal
Arachis hypogaea	PNA	Gal β -1,3 GalNAc > α - und β -Gal
Ricinus communis agglutinin	RCA I	β -Gal > α -Gal >> GalNAc
Ricinus communis toxin	RCA II	β - und α -Gal > GalNAc
Glycine max	SBA	α - und β -GalNAc α - und β -DGal
L-Fucose-Gruppe		
Ulex europaeus I	UEA I	α -L-Fuc

4. Elektronenmikroskopische Untersuchungen

Die für die elektronenmikroskopischen Untersuchungen bestimmten Magenschleimhautproben der Gruppen 2 - 4 wurden für 4 Stunden in 6 % iger GAH-Lösung (siehe Lichtmikroskopie) fixiert, auf eine Kantenlänge von 1 mm geschnitten und anschließend für 24 Stunden in Waschlösung gelegt. Die Kontrastierung erfolgte in 1 % iger Osmiumtetroxidlösung für 3 Stunden bei 4° C.

Die Magenschleimhautproben wurden über eine aufsteigende Azetonreihe entwässert und in Araldit eingebettet. Die Polymerisation erfolgte für 24 Stunden bei 35° C und für weitere 48 Stunden bei 45° C.

Die Ultradiünnschnitte wurden mit einem LKB Ultratom (Typ 4801 A) hergestellt und mit einem elektronisch gesteuerten Ultrastainer (LKB) mit 2 % igem Uranylazetat und Bleicitrat nach Reynolds nachkontrastiert. Die Auswertung der Schnitte erfolgte mit einem Elmiskop 101 (Fa. Siemens) bei Vergrößerungen zwischen 2500 und 18000 fach.

IV. Ergebnisse

A. Lichtmikroskopische Untersuchungen an der gastralen Schleimhaut

1. Struktur der gastralen Schleimhaut von Ferkeln nach Fütterung mit Muttermilch (Gruppe 1)

a) Pars cardiaca

Am 1. Tag p.n. sind die Magenepithelzellen isoprismatisch und besitzen ein azidophiles, granuliertes Zytoplasma. Der Nukleus ist queroval und liegt basal. Ab dem 5. Tag p.n. haben die Magenepithelzellen hochprismatische Form, die einzelnen Deckepithelzellen stehen dicht gereiht. Der Kern ist rund bis oval. Nach 12 Tagen p.n. ist das Zytoplasma dieser Zellen kaum granuliert und intensiv azidophil. Eine weitere Strukturänderung in späteren Entwicklungsstadien wurde nicht festgestellt.

Im Epithelium mucosae finden sich ab dem 5. Tag p.n. Lymphozyten.

Am 1. Tag p.n. sind nur wenige Kardiadrüsen nachweisbar. Am Ende der 1. Lebenswoche sind die Kardiadrüsen locker nebeneinander angeordnet und bilden ein deutliches Lumen aus. In der Lamina propria mucosae ist die Zahl gestreckter Kardiadrüsen gegenüber dem 1. Tag p.n. deutlich vermehrt. Die Kardiadrüsen sind nach 19 Tagen p.n. lang und zunehmend verzweigt. Ihre Anzahl ist weiterhin gering. Selbst nach 45 Tagen p.n. sind nur wenige Kardiadrüsen ausgebildet, diese besitzen ein kleines Lumen und sind gering verzweigt.

Die Kardiadrüsenzellen sind am 1. Tag p.n. granuliert und isoprismatisch. Der große Kern liegt basal in den Kardiadrüsenzellen. Am 5. Tag p.n. findet man unterschiedliche Differenzierungsgrade bei den Kardiadrüsenzellen. Es treten Zellen auf, mit einem hellen, granulierten Zytoplasma, daneben gibt es etwa in gleicher Anzahl, höher gelegene Zellen mit einem dunklen Zytoplasma. Ab dem 12. Tag p.n. sind die Kardiadrüsenzellen einheitlich und flach hochprismatisch. Der Kern ist weiterhin queroval, enthält Euchromatin und liegt im basalen Zytoplasma. Ab dem 33. Tag p.n. stehen die Kardiadrüsenzellen dicht gereiht nebeneinander.

In der Lamina propria mucosae treten am 1. Tag p.n. vereinzelt Lymphozyten und Makrophagen auf, das Bindegewebe ist locker organisiert, es sind nur wenige Blutgefäße nachweisbar. Gegenüber der 1. Lebenswoche liegen in späteren Stadien vermehrt kleinere Blutgefäße in der Lamina propria mucosae, auch ist die Zahl lymphatischer Zellen deutlich gestiegen. Gegen Ende der 4. Lebenswoche treten Lymphfollikel in dieser bindegewebigen Schicht auf. Am 33. Tag p.n. enthält diese Schicht in großer Zahl Lymphozyten. Im Vergleich zur entsprechenden Altersstufe der Ferkel nach Fütterung mit Aufzuchtfutter (Gruppe 2) findet man aber weniger Lymphozyten. Nach 40 Tagen p.n. finden sich zahlreiche, große Blutgefäße in der Lamina propria mucosae, sowie einige Lymphfollikel und eosinophile Granulozyten.

Die Lamina muscularis mucosae beginnt sich ab dem 12. Tag p.n. abzugrenzen.

In der Tela submucosa sind am 19. Tag p.n. Lymphfollikel zu beobachten.

b) Fundus ventriculi

Die Magenepithelzellen im Fundus ventriculi stehen am 1. Tag p.n. dicht gereiht, sind azidophil, hochprismatisch und gering granuliert. Die ovalen Kerne sind nach basal gedrängt. Ab dem 12. Tag p.n. treten intraepithelial Lymphozyten auf. In der weiteren postnatalen Entwicklung des Epithelium mucosae werden keine weiteren strukturellen Änderungen mehr beobachtet.

Am 1. Tag p.n. liegen in der Lamina propria mucosae nur wenige Eigendrüsen. Ab dem 33. Tag p.n. hat die Anzahl der stark geknäuelten Schlauchdrüsen in der Fundusdrüsenzzone deutlich zugenommen.

Am 1. Lebenstag lassen sich keine Drüsenzellen differenzieren.

Belegzellen lassen sich erstmals am 5. Tag p.n. nachweisen. Diese Zellen können aufgrund ihrer Größe und ihrer intensiven Azidophilie unterschieden werden. Am 12. Tag p.n. treten vereinzelt Belegzellen auf, die doppelt so groß wie die anderen Drüsenzellen sind. Belegzellen sind stark azidophil, der Kern enthält Euchromatin. Es handelt sich um zahlreiche, große, runde Zellen, die in den Eigendrüsen bis zur Höhe der Nebenzellen verteilt sind. Der Kern ist rund, enthält Euchromatin und liegt zentral in den Belegzellen. Nach dem 33. Tag p.n. treten im Vergleich zur entsprechenden Altersstufe der Ferkel nach Fütterung mit Aufzuchtfutter (Gruppe 2) weniger Belegzellen auf.

Die isoprismatischen Nebenzellen lassen sich ab dem 12. Tag p.n. deutlich abgrenzen. Sie sind intensiv azidophil, granuliert und besitzen nur wenig Zytoplasma. Der runde Kern enthält Euchromatin und liegt basal bis zentral in den Nebenzellen. Ein deutlicher Nukleolus liegt im Kern. In späteren Entwicklungsstadien nimmt die Größe des apikalen Kompartiments zu. Der Kern verlagert sich nach basal.

Hauptzellen sind am Ende der 3. Lebenswoche klar zu differenzieren. Sie sind flach hochprismatisch und besitzen ein deutliches apikales Kompartiment. Das Zytoplasma ist nicht angefärbt und enthält netzartige, basophile Strukturen. Der runde, helle Nukleus reicht von basal bis zur Zellmitte. Der Kern ist am Ende der 6. Lebenswoche mit Euchromatin gefüllt. Am 68. Tag p.n. stehen die Hauptzellen dicht gereiht im Eigendrüsenepithel und sind hochprismatisch.

Am 1. Tag p.n. treten in der Lamina propria mucosae vereinzelt Lymphozyten und Makrophagen auf. Am Ende der 2. Lebenswoche liegen vermehrt Lymphozyten und zahlreiche, kleine Blutgefäße in dieser bindegewebigen Schicht. Am 33. Lebenstag besteht die Lamina propria mucosae aus dichtem Bindegewebe, in dem erste Lymphfollikel auftreten. Nach 40 Tagen p.n. ist die Lamina propria mucosae dünn und enthält zahlreiche, kleine Blutgefäße.

c) Pars pylorica

Am 1. Lebenstag sind die Magenepithelzellen hochprismatisch, dicht nebeneinander angeordnet, schwach granuliert und azidophil. Der ovale Kern liegt in der basalen Zellhälfte. Intraepithelial treten ab dem 19. Tag p.n. immunologisch assoziierte Lymphozyten in großer Zahl auf. Im Epithelium mucosae treten in späteren Entwicklungsstadien keine morphologischen Veränderungen mehr auf.

In der Lamina propria mucosae liegen am 1. Tag p.n. wenige Pylorusdrüsen. Am Ende der 2. Lebenswoche finden sich in dieser bindegewebigen Schicht weniger Pylorusdrüsen, als im Vergleich zur entsprechenden Altersstufe der Ferkel nach Fütterung mit Aufzuchtfutter (Gruppe 2). Die Pylorusdrüsen sind in diesem Zeitraum gering geknäult und wenig verzweigt. Nach 40 Tagen p.n. sind die Pylorusdrüsen zunehmend geknäult und verzweigt.

Die Pylorusdrüsenzellen besitzen am 1. Tag p.n. ein dichtes, granuliertes Zytoplasma. Diese Zellen sind locker aneinander gereiht. Das Zytoplasma ist isoprismatisch. Der querovale Kern liegt basal. Am Ende der 1. Lebenswoche werden die Pylorusdrüsenzellen flach hochprismatisch und besitzen ein apikales Kompartiment. In diesem Entwicklungsstadium sind die oberflächlichen Pylorusdrüsenzellen in der Alzian Blau und der PAS Färbung positiv, während die tiefen noch negativ sind. Nach 40 Tagen p.n. sind die Epithelzellen der Pylorusdrüsen hochprismatisch, stehen dicht gereiht und der Kern liegt basal.

In der 1. Lebenswoche ist die Lamina propria mucosae noch verhältnismäßig dick, in den darauffolgenden Wochen wird diese Schicht zunehmend dünner. Im lockeren Bindegewebe dieser Schicht liegen am 19. Tag p.n. wenige, kleine Blutgefäße. Nach 26 Tagen p.n. wird das Bindegewebe der Lamina propria mucosae zunehmend dichter und enthält zusätzlich einige, große Blutgefäße. Ab dem 40. Tag p.n. ist die Lamina propria mucosae reich vaskularisiert. In der Mitte der 7. Lebenswoche treten in dieser bindegewebigen Schicht zahlreiche Lymphozyten und vereinzelt eosinophile Granulozyten auf. Lymphfollikel beginnen sich in dieser Schicht zu organisieren. Erste Lymphfollikel finden sich nach 68 Tagen p.n..

2. Struktur der gastralen Schleimhaut von Ferkeln nach Fütterung mit Aufzuchtfutter (Gruppe 2)

a) Pars cardiaca

Die Magenepithelzellen sind ab dem 1. Tag p.n. hochprismatisch, stehen dicht gereiht und sind gering azidophil. Der Kern liegt basal in diesen Zellen, ist oval und enthält Euchromatin. Intraepithelial liegen Lymphozyten. Nach 45 Tagen p.n. treten vermehrt Lymphozyten im Epithelium mucosae auf.

Die Kardiadrüsen sind zunächst kaum verzweigt. Ab dem 33. Tag p.n. verzweigen sich die Kardiadrüsen zunehmend.

Die Kardiadrüsenzellen sind am 1. Tag p.n. locker aneinander gereiht, isoprismatisch und schwach granuliert. Ab dem 5. Tag p.n. treten vereinzelt hochprismatische Drüsenzellen auf. Das Zytoplasma wird ab dem 12. Tag p.n. zunehmend dichter, es wird intensiv azidophil und ist stark granuliert. Die Kardiadrüsenzellen werden hochprismatischer und größer. Die Nuklei sind rund bis queroval und liegen in der basalen Zellhälfte. Ab 33 Tagen p.n. liegen die Kardiadrüsenzellen dichter aneinander gereiht. Mit dem Übergang des Zytoplasmas in die hochprismatische Form erscheint es wieder lockerer und enthält azidophile Granula.

Ab dem 19. Tag p.n. liegen unter dem Drüsenepithel zahlreiche Lymphozyten. Bereits nach 12 Tagen p.n. ist die Lamina propria mucosae zunehmend dünner geworden. In der Lamina propria mucosae können am 1. Tag p.n. vereinzelt Lymphozyten, Makrophagen sowie Fibroblasten beobachtet werden. Diese Schicht besteht schon am 1. Lebenstag aus dichtem Bindegewebe und enthält wenige Blut- und Lymphgefäße. Am Ende der 1. Lebenswoche ist die Lamina propria mucosae stärker vaskularisiert. Nach 12 Tagen p.n. wird diese bindegewebige Schicht zunehmend dünner. Am 19. Tag p.n. ist die Lamina propria mucosae bereits stark vaskularisiert und enthält Lymphozytenansammlungen. Die ersten Lymphfollikel und zahlreiche, große Blutgefäße finden sich ab 26 Tagen p.n.. Am 45. Tag p.n. sind vereinzelt eosinophile Granulozyten in der Lamina propria mucosae nachweisbar. In dem dünnen Bindegewebe unter den Foveolae gastricae liegen wenige, kleine Blutgefäße.

Ab dem 12. Tag p.n. ist die Lamina muscularis mucosae deutlich abzugrenzen. Nach 19 Tagen p.n. ist die Tela submucosa stark vaskularisiert.

b) Fundus ventriculi

Bis zum 33. Tag p.n. unterscheidet sich das Epithelium mucosae nicht von dem der Pars cardiaca. Ab dem 33. Lebenstag stehen im Fundus ventriculi die Magenepithelzellen extrem dicht gereiht. Nach 45 Tagen p.n. finden sich intraepithelial zahlreiche Lymphozyten.

In der ersten Lebenswoche liegen nur wenige Eigendrüsen in der Lamina propria mucosae. In den darauffolgenden Entwicklungsstadien werden die Eigendrüsen tubulöser und lagern sich dichter zusammen. Die Eigendrüsen aller Altersstufen sind nur gering geknäuel.

An Drüsenzellen lassen sich am 1. Tag p.n. nur Belegzellen aufgrund ihrer Größe und Azidophilie unterscheiden. Sie liegen in der 1. Lebenswoche im Epithel der Eigendrüsen. Das Zytoplasma ist locker strukturiert. Nach 12 Tagen p.n. ist das Zytoplasma granuliert und in unterschiedlich stark azidophile Areale untergliedert. Der runde Kern liegt zentral. Ab dem 19. Tag p.n. übertrifft die Zahl der Belegzellen die der Hauptzellen. Die Belegzellen treten jetzt in ihrer typischen Position in den Eigendrüsen auf, den Hauptzellen von außen anliegend oder keilförmig zwischen die Hauptzellen eingeschoben. Die Form der Belegzellen ist rund bis keilförmig.

Nach 40 Tagen p.n. wird das Zytoplasma der Belegzellen lockerer und uneinheitlich, es sind stark azidophile Bereiche nachweisbar. Am 45. Tag p.n. sind die anderen Eigendrüsenzellen im Vergleich zu den Belegzellen größer geworden. Die Belegzellen treten v.a. in den mittleren Drüsenbereichen auf, es sind aber auch Belegzellen im Isthmus der Eigendrüsen zu beobachten. Die Zahl der Belegzellen ist größer als die der Nebenzellen.

Nebenzellen sind ab dem 5. Lebenstag differenzierbar, es handelt sich um kleine, isoprismatische, azidophile Zellen, die im Drüsenhals liegen. In der 2. Lebenswoche ist das Zytoplasma locker und granuliert. Der runde Kern liegt in den Nebenzellen basal. Am 26. Tag p.n. enthalten die Nebenzellen vereinzelt, intensiv azidophile Granula. Nach 45 Tagen p.n. stehen die Nebenzellen dicht gereiht in den Eigendrüsen. Die Form dieser Zellen ist flach hochprismatisch.

Hauptzellen lassen sich ab dem 12. Tag p.n. abgrenzen. Das Zytoplasma ist isoprismatisch und granuliert. Es liegen nur wenige Hauptzellen im Drüsenepithel. Der Kern ist rund, enthält Euchromatin und einen deutlichen Nukleolus. Er liegt zentral in den Hauptzellen. Am Ende der 5. Lebenswoche erscheint das Zytoplasma der Hauptzellen netzartig, klar und enthält basophile Strukturen. Nach 45 Tagen p.n. werden die Hauptzellen zunehmend hochprismatisch und besitzen eine breite Basis. Der Nukleus findet sich in der basalen Zellhälfte.

Bereits am 5. Lebenstag ist die Lamina propria mucosae dünn und besteht aus dichtem Bindegewebe. Diese bindegewebige Schicht enthält vereinzelt Lymphozyten und Makrophagen. Die Lamina propria mucosae ist stark vaskularisiert, v.a. in Höhe des Deckepithels. Nach 26 Tagen p.n. finden sich zahlreiche Lymphozyten in dieser Schicht, sowie vereinzelt Lymphfollikel.

c) Pars pylorica

Am 1. Lebenstag sind die Magenepithelzellen flach hochprismatisch und stehen dicht gereiht. Das Zytoplasma ist azidophil und granuliert. Der Kern ist ovoid und liegt in der basalen Hälfte der Deckepithelzellen. Nach 5 Tagen p.n. liegen vereinzelt immunologisch assoziierte (I a positive) Zellen intraepithelial. Am Ende der 5. Lebenswoche sind zahlreiche Lymphozyten und Makrophagen im Epithelium mucosae nachweisbar.

In der 1. Lebenswoche liegen wenige, langgestreckte Pylorusdrüsen in der Lamina propria mucosae. Die Pylorusdrüsen besitzen ein deutliches Lumen. Ab dem 19. Tag p.n. sind die Pylorusdrüsen zunehmend geknäuel und verzweigt. Die Zahl der Pylorusdrüsen nimmt ab der 3. Lebenswoche stetig zu. Die Pylorusdrüsenzellen sind am 1. Tag p.n. isoprismatisch. Bereits nach 5 Tagen p.n. ist das Zytoplasma hochprismatisch, granuliert und gering azidophil. Der runde Nukleus ist groß und liegt im basalen Teil der Pylorusdrüsenzellen. Ab dem 12. Tag p.n. findet man vereinzelt kleine, helle G-Zellen im Pylorusdrüsenepithel. Am Ende der 5. Lebenswoche erscheint das Zytoplasma der Pylorusdrüsenzellen netzartig azidophil. Der Kern enthält Euchromatin.

Die Lamina propria mucosae wird bis zum Ende der 4. Lebenswoche zunehmend dünner. Diese Schicht besteht in allen Entwicklungsstadien aus lockerem Bindegewebe, in das einige Lymphozyten und Makrophagen verteilt sind. Bereits ab der 1. Lebenswoche ist die Lamina propria mucosae stark vaskularisiert, es finden sich zahlreiche, große und kleine Blutgefäße. In den Entwicklungsstadien nach dem 26. Tag p.n. liegen zahlreiche Lymphozyten in der Lamina propria mucosae, diese sind oft zu Follikeln angeordnet. Nach 45 Tagen Alter sind vereinzelt eosinophile Granulozyten in dieser bindegewebigen Schicht zu beobachten.

Abb. 1: Übersichtsaufnahme aus der gastralen Schleimhaut der Pars cardiaca eines Ferkels nach Fütterung mit Aufzuchtfutter (Gruppe 2), (H.E.), 1. Tag p.n., Vergr. 25 x 10 x 3,5

Abb. 2: Übersichtsaufnahme aus der gastralen Schleimhaut der Pars cardiaca eines Ferkels nach Fütterung mit Aufzuchtfutter (Gruppe 2), (H.E.), 33. Tag p.n., Vergr. 10 x 10 x 3,5

Abb. 3: Übersichtsaufnahme aus der gastralen Schleimhaut der Pars cardiaca eines Ferkels nach Fütterung mit Muttermilch (Gruppe 1), (H.E.), 33. Tag p.n., Vergr. 10 x 10 x 3,5

Abb. 4: Übersichtsaufnahme aus der gastralen Schleimhaut der Pars cardiaca eines Ferkels nach Fütterung mit Aufzuchtfutter (Gruppe 2), (H.E.), 45. Tag p.n., Vergr. 10 x 10 x 3,5

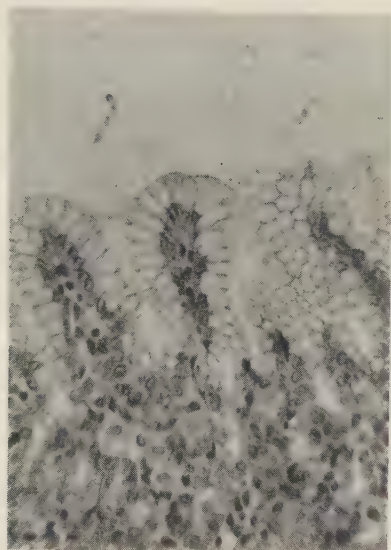


Abb. 1

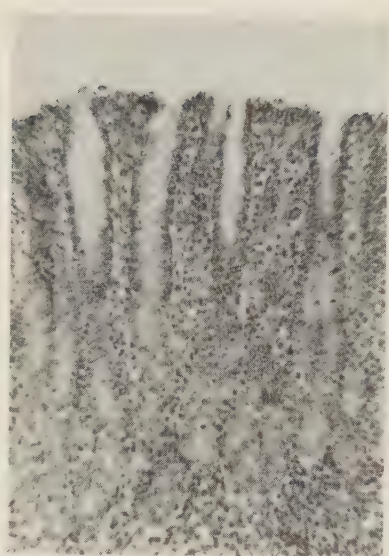


Abb. 2

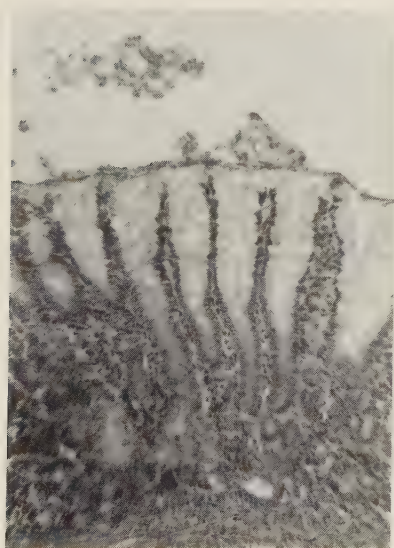


Abb. 3

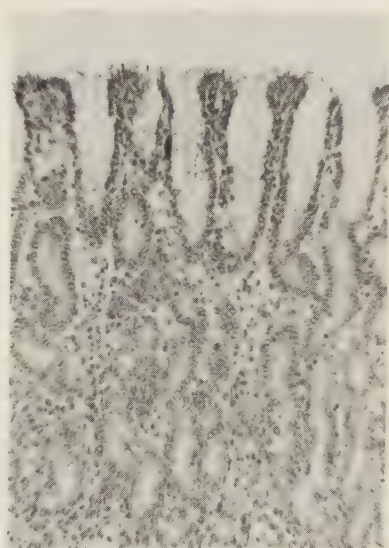


Abb. 4

Abb. 5: Übersichtsaufnahme aus der gastralen Schleimhaut des Fundus ventriculi eines Ferkels nach Fütterung mit Aufzuchtfutter (Gruppe 2), (H.E.), 1. Tag p.n., Vergr. 25 x 10 x 3,5

Abb. 6: Übersichtsaufnahme aus der gastralen Schleimhaut des Fundus ventriculi eines Ferkels nach Fütterung mit Aufzuchtfutter (Gruppe 2), (H.E.), 33. Tag p.n., Vergr. 4 x 10 x 3,5

Abb. 7: Übersichtsaufnahme aus der gastralen Schleimhaut der Pars pylorica eines Ferkels nach Fütterung mit Aufzuchtfutter (Gruppe 2), (H.E.), 1. Tag p.n., Vergr. 10 x 10 x 3,5

Abb. 8: Übersichtsaufnahme aus der gastralen Schleimhaut der Pars pylorica eines Ferkels nach Fütterung mit Aufzuchtfutter (Gruppe 2), (H.E.), 40. Tag p.n., Vergr. 10 x 10 x 3,5

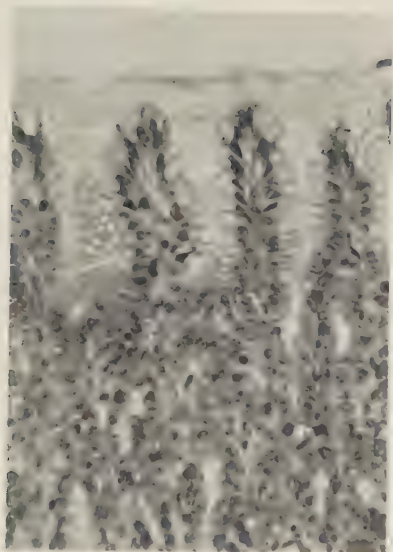


Abb. 5



Abb. 6

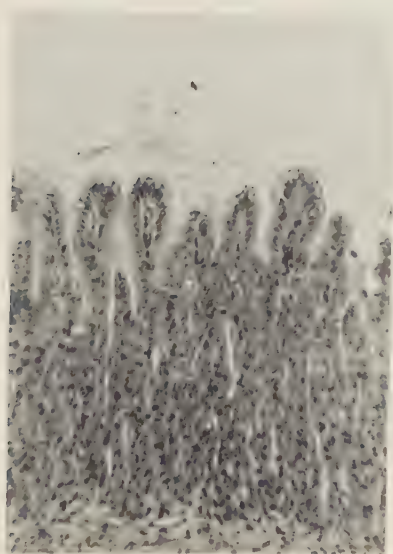


Abb. 7

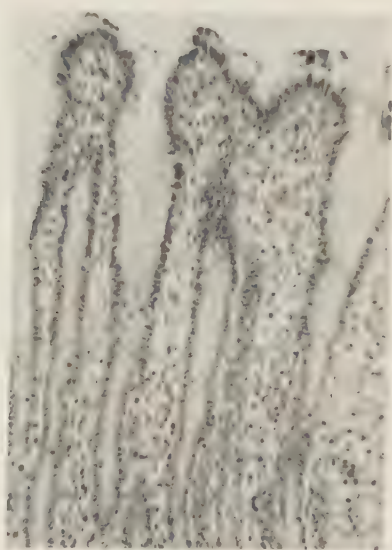


Abb. 8

3. Struktur der gastralen Schleimhaut von Schlachtschweinen nach Fütterung einer Getreidemischung (Gruppe 3 a)

a) Pars nonglandularis

Die Pars nonglandularis wird von einem mehrschichtigen Plattenepithel ausgekleidet, an dem 2 Schichten unterschieden werden:

-- oberflächliche Schicht

Die oberflächliche Schicht setzt sich aus spindelförmigen Zellen zusammen, die locker angeordnet, groß, mäßig azidophil und kernhaltig sind. Der Kern ist pleomorph, liegt zentral und ist feingranuliert. Es treten auch helle, blasse Kerne auf. Adluminal tritt eine dünne, hyperkeratotische Schicht auf. Parakeratotische Veränderungen können beobachtet werden.

Eine mittlere Schicht fehlt in dieser Gruppe.

-- tiefe Schicht

Die stachelzellartigen Zellen sind groß, intensiv azidophil und mäßig locker angeordnet. Der große Kern ist pleomorph, feingranuliert und liegt zentral.

Das Stratum basale ist deutlich ausgebildet.

Die Lamina propria mucosae ist dünn, locker strukturiert und enthält viele große Blutgefäße. In dieser bindegewebigen Schicht findet man Lymphozyten, Makrophagen und Lymphozytenansammlungen.

b) Pars glandularis

α Epithelium mucosae

Die Magenepithelzellen sind hochprismatisch und stehen locker aneinander gereiht. Das Zytoplasma ist hell azidophil. Die großen Kerne sind rund bis queroval, enthalten Euchromatin, liegen basal und besitzen einen deutlichen Nukleolus.

Intraepithelial liegen Lymphozyten, v.a. in der Pars pylorica, liegen zahlreiche Lymphozyten im Epithelium mucosae.

ß Lamina propria mucosae

-- Pars cardiaca

Die Kardiadrüsen sind stark verzweigt und lang.

Die kleinen Kardiadrüsenzellen sind stark azidophil, isoprismatisch, feingranuliert und locker aneinander gefügt. Der helle Kern liegt in der basalen Zellhälfte, ist rund und enthält geringe Mengen an Heterochromatin. Die Lamina propria mucosae besteht aus dichtem Bindegewebe und enthält zahlreiche, große Blutgefäße. In der Lamina propria mucosae liegen Fibroblasten, Makrophagen, Lymphfollikel und Lymphozyten in großer Zahl.

-- Fundus ventriculi

In der Lamina propria mucosae liegen zahlreiche Fundusdrüsen.

Die hochprismatischen Nebenzellen stehen dicht gedrängt. Das Zytoplasma ist hell und mit azidophilen Strukturen ausgestattet. Der Kern ist oval und nach basal gedrängt.

Das Zytoplasma der hochprismatischen Hauptzellen ist groß, klar und mit basophilen Strukturen ausgestattet. Die wenigen, sichtbaren Kerne sind pleomorph, klein, liegen in der basalen Zellhälfte und enthalten Euchromatin.

Die Zahl der Belegzellen ist größer als die der Hauptzellen. Die großen, runden bis keilförmigen Belegzellen liegen exzentrisch in den Fundusdrüsen und enthalten azidophile Granula. Es lassen sich unterschiedlich angefärbte Zytoplasmabereiche unterscheiden. Der rundliche, große Kern liegt zentral und besitzt Euchromatin.

Die Lamina propria mucosae ist dünn. Die zahlreichen Fundusdrüsen sind stark geknäult, dicht gelagert, lang und besitzen ein deutliches Lumen. Die Lamina propria mucosae ist stark vaskularisiert und mit Lymphozyten, Makrophagen und Fibroblasten ausgestattet.

-- Pars pylorica

Die langen Pylorusdrüsen sind stark geknäult und verzweigt. Sie besitzen ein kleines Lumen.

Die Pylorusdrüsenzellen sind groß und isoprismatisch. Das klare Zytoplasma enthält azidophile Granula. Der kleine Kern ist unregelmäßig rund, enthält Heterochromatin und liegt extrem basal in den Pylorusdrüsenzellen.

Die Lamina propria mucosae besteht aus dichtem Bindegewebe und ist dick. Sie enthält Lymphozyten in großer Zahl.

4. Struktur der gastralen Schleimhaut von Schlachtschweinen nach Fütterung einer Kartoffel-Gerstenschrot-Proteinmischung (Gruppe 3 b)

a) Pars nonglandularis

Das mehrschichtige Plattenepithel der Pars proventricularis setzt sich aus 3 Schichten zusammen:

-- oberflächliche Schicht

Diese Schicht bilden locker angeordnete, spindelförmige Zellen mit einem vakuolierten, gering azidophilen Zytoplasma, das kleine unscheinbare Granula enthält. Die wenigen, großen Nuklei sind unregelmäßig oval, enthalten Heterochromatin und liegen zentral. Kernwandhyperchromasie ist zu finden. Die oberflächliche Schicht ist parakeratotisch verändert. Es besteht ein fließender Übergang in eine dünne, hyperkeratotische Schicht.

-- mittlere Schicht

Die stachelzellförmigen Epithelzellen dieser Schicht sind azidophil, das Zytoplasma ist vakuoliert und groß. Sie besitzen etwas mehr Zellkerne, als die oberflächliche Schicht. Der kleine Nukleus ist pleomorph, enthält Heterochromatin und liegt zentral. Die Zellgrenzen sind deutlich zu erkennen.

-- tiefe Schicht

Die tiefe Schicht besteht aus dicht angeordneten, stachelzellartigen, stark azidophilen Zellen. Die Zellgrenzen sind undeutlich. Diese Zellen enthalten kleine Granula. Der Kern liegt zentral, ist pleomorph und mittelgroß.

Das Stratum basale ist lockerer organisiert als das bei Schlachtschweinen nach Fütterung einer Getreidemischung (Gruppe 3 a).

Die Lamina propria mucosae besteht aus lockerem Bindegewebe und enthält Fibroblasten, Lymphozyten, Makrophagen und Lymphozytenansammlungen. Diese Schicht besitzt wenige, kleine Blutgefäße.

b) Pars glandularis

α Epithelium mucosae

Die Magenepithelzellen liegen dicht nebeneinander. Diese hochprismatischen Zellen besitzen ein hell-azidophiles, granuliertes Zytoplasma. Der Kern ist hochoval, in die basale Zellhälfte gedrängt und enthält Heterochromatin. Das Karyoplasma ist hell.

Intraepithelial findet man zahlreiche Lymphozyten, besonders im Epithelium mucosae von Fundus ventriculi und Pars pylorica.

β Lamina propria mucosae

-- Pars cardiaca

Die kurzen Kardiadrüsen sind stark verzweigt.

Die Kardiadrüsenzellen sind isoprismatisch, feingranuliert und gering azidophil. Der Kern ist rund, groß, liegt in der basalen Zellhälfte und besitzt ein helles Karyoplasma mit Heterochromatin.

Die Lamina propria mucosae besteht aus lockerem Bindegewebe und ist breit. In der Lamina propria mucosae liegen Makrophagen, Fibroblasten, Lymphfollikel, zahlreiche Lymphozyten und unterschiedlich große Blutgefäße, in grosser Zahl.

-- Fundus ventriculi

Die tiefen Anteile der langen Fundusdrüsen sind stark geknäuelte und lang.

Die isoprismatischen Nebenzellen sind locker aneinander gereiht, sind feingranuliert und hell-azidophil. Der große Kern liegt in der basalen Zellhälfte. Das Zytoplasma der großen Hauptzellen ist durchsichtig mit basophilen, netzartigen Strukturen. Die Zellform ist hochprismatisch. Der Kern ist rund und liegt basal.

Belegzellen findet man etwa genauso häufig wie Hauptzellen. Sie treten v.a. in den oberen Drüsenbereichen auf. Belegzellen liegen den Hauptzellen von außen an oder schieben sich keilförmig zwischen die Hauptzellen ein. Die relativ kleinen Belegzellen sind rund, grobgranuliert und besitzen unterschiedlich stark angefärbte Zytoplasmabereiche. Der runde Zellkern ist groß, mit Euchromatin ausgestattet und liegt zentral.

Die aus dichtem Bindegewebe bestehende Lamina propria mucosae ist dünn. Diese Schicht wird durch zahlreiche, große Blutgefäße versorgt.

-- Pars pylorica

Die kurzen Pylorusdrüsen sind stark geknäuel.

Das Zytoplasma der Pylorusdrüsenzellen ist hochprismatisch, klar und mit netzartigen, azidophilen Strukturen ausgestattet. Die wenigen, großen Zellkerne sind pleomorph und besitzen ein klares Karyoplasma mit Heterochromatin.

Die Lamina propria mucosae ist aus dichtem Bindegewebe gebildet und dünn. Die Lamina muscularis mucosae ist ebenfalls dünn.

4. Struktur der gastralen Schleimhaut von Wildschweinen

a) Pars nonglandularis

Das mehrschichtige Plattenepithel, das die Pars nonglandularis auskleidet, setzt sich aus 3 Schichten zusammen:

-- oberflächliche Schicht

Diese dicht strukturierte Schicht besteht aus ungeordneten, stachelzell- bis spindelförmigen Zellen. Diese großen Epithelzellen besitzen ein mäßig azidophiles, vakuoliertes Zytoplasma. Der runde bis spindelförmige Kern liegt zentral und enthält Heterochromatin oder ist pyknotisch. Eine dünne, hyperkeratotische Schicht tritt auf.

-- mittlere Schicht

Die mittlere Schicht ist dünn und kaum ausgebildet. Die Zellen sind stachelzelloförmig und mittelgroß. Ihr Zytoplasma ist hell-azidophil und locker strukturiert. Der große Nukleus liegt zentral und enthält Heterochromatin.

-- tiefe Schicht

Diese Schicht bilden mittelgroße, spindelförmige, regelmäßig angeordnete Zellen. Diese sind stark azidophil und besitzen ein einheitliches Zytoplasma. Der Zellkern ist groß, rund und liegt zentral

Das Stratum basale ist dicht mit Zellen gepackt. In der Lamina propria mucosae liegen Fibroblasten und wenige Lymphozyten. Es finden sich vereinzelt Lymphozyten in der mittleren und der oberflächlichen Schicht des mehrschichtigen Plattenepithels.

Die Lamina muscularis mucosae ist dick.

b) Pars glandularis

α Epithelium mucosae

Die vielen Magenepithelzellen sind stark hochprismatisch, mittelgroß und stehen dicht gereiht. Das Zytoplasma erscheint klar und azidophil. Der große Kern ist rund bis hochoval, liegt basal und enthält Heterochromatin.

Intraepithelial liegen Lymphozyten, v.a. in der Pars cardiaca. In der Pars pylorica liegen zahlreiche, immunologisch assoziierte (I a positive) Zellen im Deckepithel.

β Lamina propria mucosae

-- Pars cardiaca

Die vielen Foveolae gastricae sind lang und groß.

In der Lamina propria mucosae liegen wenige Kardiadrüsen. Die Kardiadrüsen sind stark verzweigt.

Die großen Kardiadrüsenzellen sind isoprismatisch und mit azidophilen Granula ausgefüllt. Das Zytoplasma ist locker strukturiert. Der große Kern ist rund und liegt basal in den Kardiadrüsenzellen.

Die Lamina propria mucosae ist dünn und wird von lockerem Bindegewebe gebildet. Die Versorgung bilden zahlreiche, große Blutgefäße. In dieser Schicht finden sich Lymphozyten, eosinophile Granulozyten, Fibroblasten und Lymphfollikel, sowie kleine Lymphozytenansammlungen.

-- Fundus ventriculi

Die Foveolae gastricae in dieser Magenregion sind flach.

Die Nebenzellen sind klein und isoprismatisch. Der Nukleus ist klein, liegt basal und enthält Euchromatin.

Die Hauptzellen sind klein und liegen in großer Anzahl vor. Das große apikale Kompartiment erscheint klar und enthält basophile Strukturen. Der kleine, runde Kern liegt basal und enthält Euchromatin. Das Karyoplasma ist hell.

Die großen Belegzellen dominieren in ihrer Zahl stark über die anderen Eigendrüsenzellen. Sie liegen in ihrer typischen Lage, den Hauptzellen von außen an oder schieben sich keilförmig zwischen die Hauptzellen ein und sind in allen Drüsenbereichen zu finden. Das Zytoplasma ist keilförmig und stark azidophil. Der Nukleus ist rund, groß und liegt zentral.

Die Lamina propria mucosae ist dünn und besteht aus dichtem Bindegewebe. Die Versorgung der Lamina propria mucosae erfolgt durch zahlreiche, große Blutgefäße. In dieser Schicht finden sich Lymphozyten, Makrophagen und Lymphozytenansammlungen.

-- Pars pylorica

In die tiefen Foveolae gastricae der Pars pylorica münden zahlreiche Pylorusdrüsen. Die Pylorusdrüsen sind stark geknäult und verzweigt.

Die großen Pylorusdrüsenzellen sind isoprismatisch, erscheinen klar und liegen dichtgepackt im Pylorusdrüsenepithel. Die Zellgrenzen sind deutlich. Die wenigen, sichtbaren Nuklei sind groß, rund und liegen in der basalen Zelhälfte.

In den Pylorusdrüsen finden sich einige G-Zellen. Die wenigen, großen Blutgefäße liegen in der Lamina propria mucosae, daneben finden sich zahlreiche Lymphozyten und eosinophile Granulozyten, sowie Fibroblasten und Makrophagen. Die dünne Lamina propria mucosae besteht aus dichtem Bindegewebe.

Abb. 9: Übersichtsaufnahme aus der kutanen Schleimhaut der Pars nonglandularis eines Schlachtschweines nach Fütterung einer Getreidemischung (Gruppe 3 a), (H.E.), Vergr. 10 x 10 x 3.5

Abb. 10: Übersichtsaufnahme aus der kutanen Schleimhaut der Pars nonglandularis eines Schlachtschweines nach Fütterung einer Kartoffel-Gerstenschrot-Proteinmischung (Gruppe 3 b), (H.E.), Vergr. 10 x 10 x 3.5

Abb. 11: Übersichtsaufnahme aus der kutanen Schleimhaut der Pars nonglandularis eines Wildschweines (Gruppe 4), (H.E.), Vergr. 10 x 8 x 3.5



Abb. 9



Abb. 10

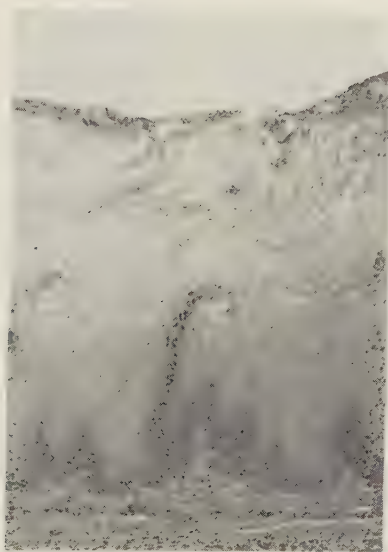


Abb. 11

Abb. 12: Übersichtsaufnahme aus der gastralen Schleimhaut der Pars cardiaca eines Schlachtschweines nach Fütterung einer Getreidemischung (Gruppe 3 a), (H.E.), Vergr. 4 x 10 x 3.5

Abb. 13: Übersichtsaufnahme aus der gastralen Schleimhaut der Pars cardiaca eines Schlachtschweines nach Fütterung einer Kartoffel-Gerstenschrot-Proteinmischung (Gruppe 3 b), (H.E.), Vergr. 10 x 10 x 3.5

Abb. 14: Übersichtsaufnahme aus der gastralen Schleimhaut der Pars cardiaca eines Wildschweines (Gruppe 4), (H.E.), Vergr. 10 x 8 x 3.5

Abb. 15: Übersichtsaufnahme aus der gastralen Schleimhaut der Pars cardiaca eines Wildschweines (Gruppe 4), (Alzian Blau), Vergr. 10 x 8 x 3.5

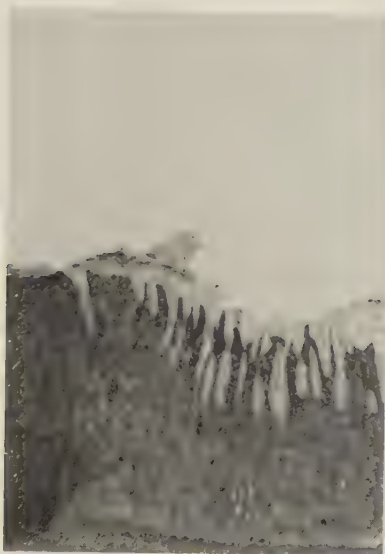


Abb. 12

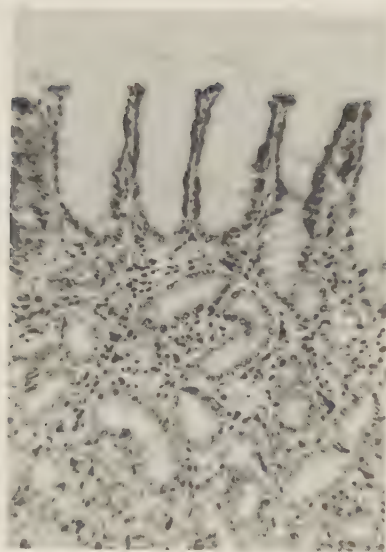


Abb. 13

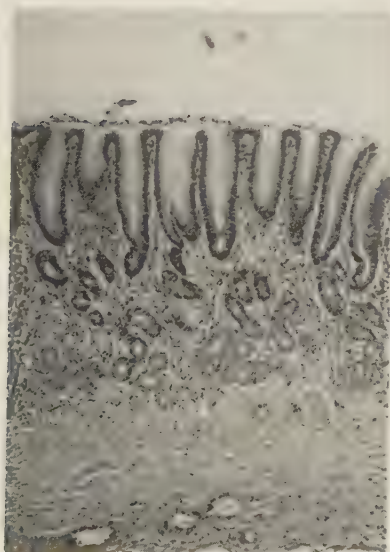


Abb. 14

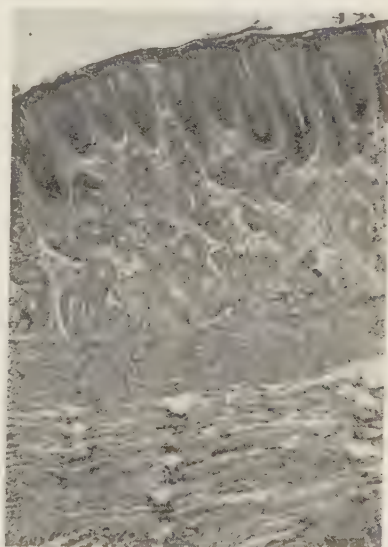


Abb. 15

B. Lichtmikroskopische Untersuchungen mit Hilfe spezifischer Schleimfärbungen

Mit Alzian Blau und PAS konnten sowohl Magenschleim als auch die Magenepithelzellen stark angefärbt werden. Bemerkenswert ist, daß in der Alzian Blau Färbung die Magenepithelzellen der Ferkel nach Fütterung mit Muttermilch (Gruppe 1) bis zum 19. Tag p.n. stark positiv sind, danach sind diese Zellen nur noch schwach positiv. Oberflächliche Magenepithelzellen sind stets stärker positiv als die in den Foveolae gastricae gelegenen Deckepithelzellen und tiefe Drüsenzellen sind stets stärker positiv als die oberflächlicher gelegenen Drüsenzellen. Zwischen den beiden genannten Zonen findet sich am Isthmus der Magendrüsen eine Region mit schwach positiver Markierung durch PAS und Alzian Blau.

Die anderen schleimproduzierenden Zellen wie Kardiadrüsenzellen, Pylorusdrüsenzellen und Nebenzellen der Eigendrüsen sind i.d.R. nach der 1. Lebenswoche positiv. So reagieren diese Zellen in der PAS Färbung bei Ferkeln nach Fütterung mit Aufzuchtfutter (Gruppe 2) schwächer als die gleichen Zellen bei Ferkeln nach Fütterung mit Muttermilch (Gruppe 1), dagegen ist derselbe Sachverhalt bei Alzian Blau umgekehrt.

Hauptzellen sind ab 33 Tagen p.n. in der PAS Färbung positiv, während diese Zellen in der Alzian Blau Färbung in allen Altersstufen positiv sind.

Belegzellen sind stets nicht gefärbt.

In der Pars pylorica der Ferkel nach Fütterung mit Muttermilch (Gruppe 1) sind am 19. Tag p.n. die oberflächlichen Magenepithelzellen schwach positiv, während die tiefen Magenepithelzellen stark positiv sind. In späteren Entwicklungsstadien verhalten sich diese Zellen wie in anderen Gruppen.

Bei den Schlachtschweinen (Gruppe 3) können nur graduelle Unterschiede festgestellt werden. Lediglich in der Alzian Blau Färbung reagiert die Magenschleimhaut von Schlachtschweinen nach Fütterung einer Kartoffel-Gerstenschrot-Proteinmischung (Gruppe 3 b) stärker als bei Schlachtschweinen nach Fütterung einer Getreidemischung (Gruppe 3 a).

Bemerkenswert ist der Vergleich der Schleimhautproben von Schlachtschweinen und Wildschweinen. Bei den Wildschweinen sind Magenepithelzellen die einzigen schleimproduzierenden Zellen, die in den durchgeführten Färbungen positiv reagieren. Bei Kardiadrüsenzellen, Pylorusdrüsenzellen und Nebenzellen der Eigendrüsen sind, wenn überhaupt, nur einige, wenige Granula angefärbt.

Die Ergebnisse sind zusammenfassend in Tabellen dargestellt:

Tier-Nr. Schleim MEZ Nebenz. Kardiaz. Pylorusz. Hauptz. Belegz.

1	+++	+++	-	+	-	-	-
2	+++	+++	+	2) -	++	+	-
3	+++	+++	+	2) +/-	2) +++	1) +	-
4	++	+++	1) +++	1) +/-	++	1) +++	-
5	++	+	+++	1) -	+	1) +++	-
6	+++	+	++	-	++	++	-
7	++	+	+	1) +/-	2) +	1) ++	-
8	++	+	+	++	1) +/-	++	-
9	+++	+++	+	++	++	++	-

I	+++	+++	+	+	-	+/-	-
II	++	++	++	++	1) +++	+	-
III	++	+	+++	++	2) ++	1) ++	+
IV	+++	+++	+	2) ++	1) ++	+/-	-
V	+++	+++	++	++	1) +++	+	-
VI	+++	+++	+	1) ++	1) +++	+	-
VII	+++	+++	+	1) +/-	1) +++	+/-	-
VIII	++	++	++	+/-	1) ++	+	-
IX	+++	++	++	+/-	++	+++	-

Ergebnisse der Alzian Blau Färbung bei Ferkeln nach Fütterung mit Muttermilch (Gruppe 1), bzw. nach Fütterung mit Aufzuchtfutter (Gruppe 2)

Schleim = dem Magenepithel anhaftender Magenschleim, MEZ = Magenepithelzellen, Nebenz. = Nebenzellen, Kardiaz. = Kardiadrüsenzellen, Pylorusz. = Pylorusdrüsenzellen, Hauptz. = Hauptzellen, Belegz. = Belegzellen, 1...9 = Ferkel nach Fütterung mit Muttermilch 1 - 9 (Gruppe 1), I...IX = Ferkel nach Fütterung mit Aufzuchtfutter I - IX (Gruppe 2)

- 1) Einzelne Granula im Zytoplasma sind angefärbt
- 2) Einige Zellen sind in bezeichneter Weise positiv

Tier-Nr. Schleim MEZ Nebenz. Kardiaz. Pylorusz. Hauptz. Belegz.

1	+++	+++	-	-	-	-	-
2	+++	+++	+	2)	-	-	-
3	+++	+++	++	2)	+++	2)	+ - ++
4	+++	+++	+	++	1)	++	-
5	+++	+++	++	++	1)	+++	-
6	+++	+++	++	+++	++	++	-
7	+++	++	+++	+	- ++	++	+++
8	+++	++	+++	+/ -	+	- ++	+++
9	+++	+++	+	2)	+++	++	-

I	+++	+++	-	-	-	-	-
II	+++	+++	-	-	+	2)	-
III	+++	+++	++	2)	+/ -	+	2)
IV	+++	+++	++	2)	+	++	1)
V	+++	+++	++	1)	+	1)	++
VI	+++	+++	++	+	1)	+	- ++
VII	+++	+++	+	1)	+	1)	+
VIII	+++	+++	+	2)	+	- ++	+/ -
IX	+++	+++	+	2)	+	1)	+

Ergebnisse der PAS Färbung bei Ferkeln nach Fütterung mit Muttermilch (Gruppe 1), bzw. nach Fütterung mit Aufzuchtfutter (Gruppe 2)

Schleim = dem Magenepithel anhaftender Magenschleim, MEZ = Magenepithelzellen, Nebenz. = Nebenzellen, Kardiaz. = Kardiadrüsenzellen, Pylorusz. = Pylorusdrüsenzellen, Hauptz. = Hauptzellen, Belegz. = Belegzellen, 1...9 = Ferkel nach Fütterung mit Muttermilch 1 - 9 (Gruppe 1), I...IX = Ferkel nach Fütterung mit Aufzuchtfutter I - IX (Gruppe 2)

- 1) Einzelne Granula im Zytoplasma sind angefärbt
- 2) Einige Zellen sind in bezeichneter Weise positiv

	Schleim	MEZ	Nebenz.	Kardiaz.	Pylorusz.	Hauptz.	Belegz.
Alz. Blau							
Grp 3 a	+++	+++	++	+	+	+	-
Grp 3 b	+++	+	+++	+	1) +++	++	-
Grp 4	+++	+++	+/ -	-	-	+/ -	-

Ergebnisse der Alzian Blau Färbung bei Schlachtschweinen und Wildschweinen (Gruppe 3 und 4)

Schleim = dem Magenepithel anhaftender Magenschleim. MEZ = Magenepithelzellen. Nebenz. = Nebenzellen. Kardiaz. = Kardiadrüsenzellen, Pylorusz. = Pylorusdrüsenzellen, Hauptz. = Hauptzellen, Belegz. = Belegzellen. Grp 3 a = Schlachtschweine nach Fütterung einer Getreidemischung, Grp 3 b = Schlachtschweine nach Fütterung einer Kartoffel-Gerstenschrot-Proteinmischung, Grp 4 = Wildschweine

- 1) Einzelne Granula im Zytoplasma sind angefärbt
- 2) Einige Zellen sind in bezeichneter Weise positiv

	Schleim	MEZ	Nebenz.	Kardiaz.	Pylorusz.	Hauptz.	Belegz.
PAS							
Grp 3 a	+++	+++	+ - ++	+	1) +/-	+ - ++	-
Grp 3 b	+++	+++	+ - ++	+	1) ++	1) +++	-
Grp 4	+++	+++	+/-	+/-	1) -	+/-	-

Ergebnisse der PAS Färbung bei Schlachtschweinen und Wildschweinen (Gruppe 3 und 4)

Schleim = dem Magenepithel anhaftender Magenschleim, MEZ = Magenepithelzellen. Nebenz. = Nebenzellen. Kardiaz. = Kardiadrüsenzellen, Pylorusz. = Pylorusdrüsenzellen, Hauptz. = Hauptzellen, Belegz. = Belegzellen. Grp 3 a = Schlachtschweine nach Fütterung einer Getreidemischung, Grp 3 b = Schlachtschweine nach Fütterung einer Kartoffel-Gerstenschrot-Proteinmischung, Grp 4 = Wildschweine

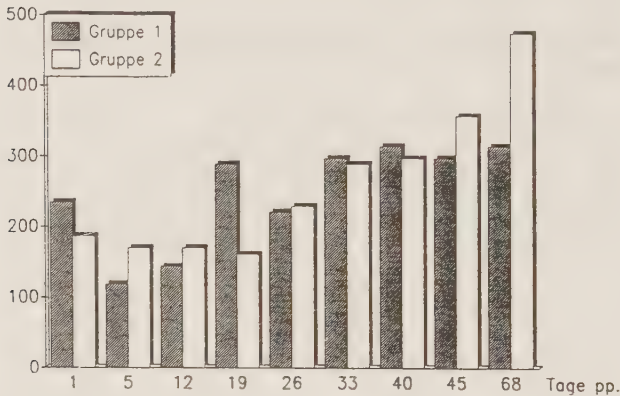
- 1) Einzelne Granula im Zytoplasma sind angefärbt
- 2) Einige Zellen sind in bezeichneter Weise positiv

C. Morphometrische Untersuchungen

Bei den morphometrischen Untersuchungen konnte festgestellt werden, daß die Schleimhaut der Ferkel von Gruppe 1 und die der Gruppe 2 eine ähnliche postnatale Größenentwicklung vollzogen. Tendenzen für eine stärkere Größenentwicklung der Schleimhaut der Ferkel nach Fütterung mit Aufzuchtfutter (Gruppe 2) konnten festgestellt werden.

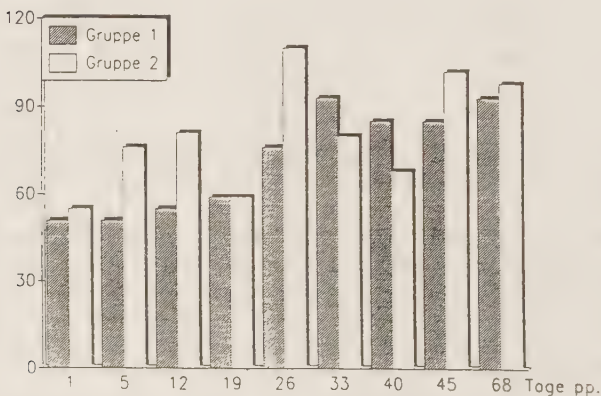
Die Ergebnisse wurden zusammenfassend in Diagrammen festgehalten:

μm

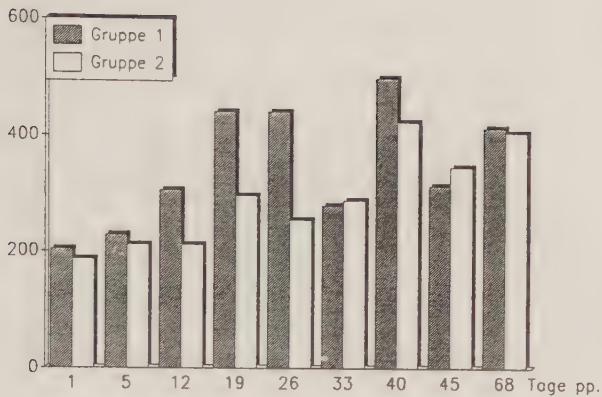


Entwicklung der Tiefe der Foveolae gastricae in der Pars cardiaca bei Ferkeln (1. - 68. Tag p.n.) nach Fütterung mit Muttermilch (Gruppe 1) bzw. nach Fütterung mit Aufzuchtfutter (Gruppe 2)

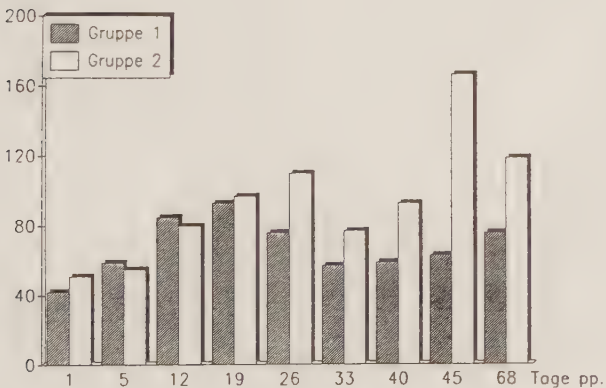
μm



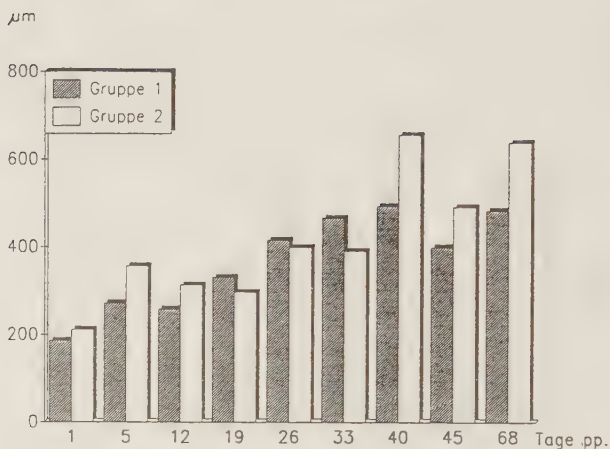
Entwicklung der Breite der Foveolae gastricae in der Pars cardiaca bei Ferkeln (1. - 68. Tag p.n.) nach Fütterung mit Muttermilch (Gruppe 1) bzw. nach Fütterung mit Aufzuchtfutter (Gruppe 2)

μm 

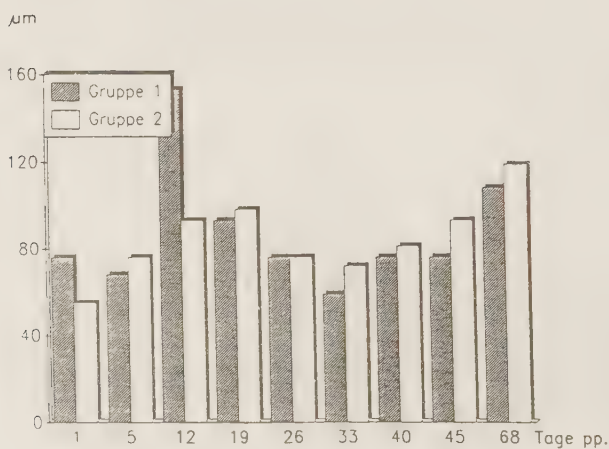
Entwicklung der Tiefe der Foveolae gastricae im Fundus ventriculi bei Ferkeln (1. - 68. Tag p.n.) nach Fütterung mit Muttermilch (Gruppe 1) bzw. nach Fütterung mit Aufzuchtfutter (Gruppe 2)

 μm 

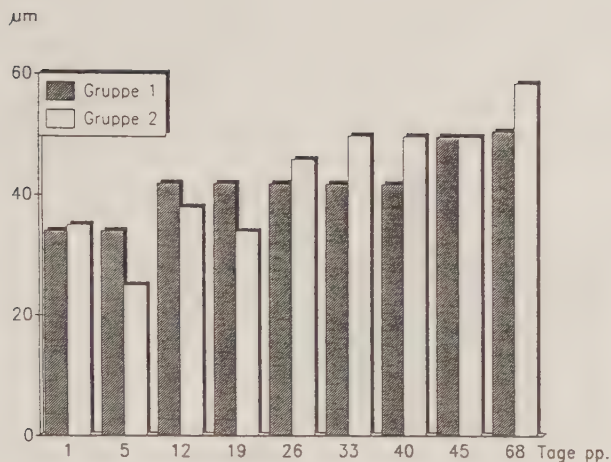
Entwicklung der Breite der Foveolae gastricae im Fundus ventriculi bei Ferkeln (1. - 68. Tag p.n.) nach Fütterung mit Muttermilch (Gruppe 1) bzw. nach Fütterung mit Aufzuchtfutter (Gruppe 2)



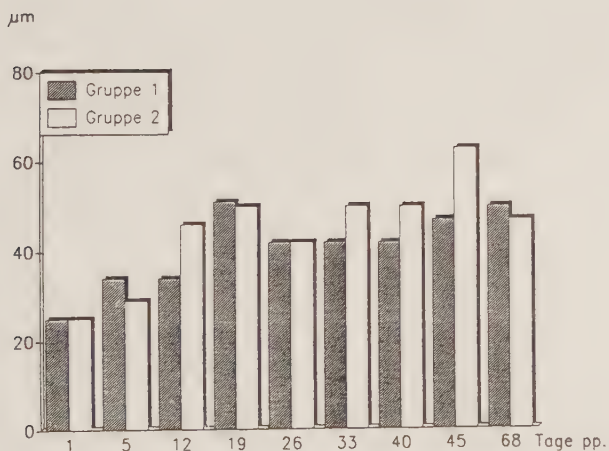
Entwicklung der Tiefe der Foveolae gastricae in der Pars pylorica bei Ferkeln (1. - 68. Tag p.n.) nach Fütterung mit Muttermilch (Gruppe 1) bzw. nach Fütterung mit Aufzuchtfutter (Gruppe 2)



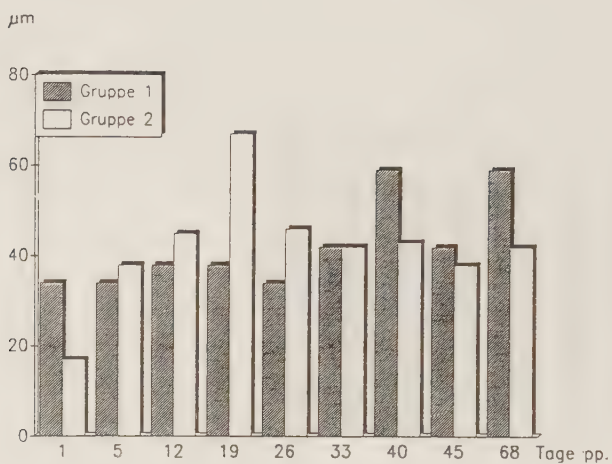
Entwicklung der Breite der Foveolae gastricae in der Pars pylorica bei Ferkeln (1. - 68. Tag p.n.) nach Fütterung mit Muttermilch (Gruppe 1) bzw. nach Fütterung mit Aufzuchtfutter (Gruppe 2)



Entwicklung der Außendurchmesser der Kardiadrüsen bei Ferkeln (1. - 68. Tag p.n.) nach Fütterung mit Muttermilch (Gruppe 1) bzw. nach Fütterung mit Aufzuchtfutter (Gruppe 2)



Entwicklung der Außendurchmesser der Eigendrüsen bei Ferkeln (1. - 68. Tag p.n.) nach Fütterung mit Muttermilch (Gruppe 1) bzw. nach Fütterung mit Aufzuchtfutter (Gruppe 2)



Entwicklung der Außendurchmesser der Pylorusdrüsen bei Ferkeln (1. - 68. Tag p.n.) nach Fütterung mit Muttermilch (Gruppe 1) bzw. nach Fütterung mit Aufzuchtfutter (Gruppe 2)

D. Untersuchung der Lektinbindung an die gastrale Schleimhaut

Bei Ferkeln nach Fütterung mit Muttermilch (Gruppe 1) konnte keine Auswertung der mit Lektinen behandelten Präparate vorgenommen werden, da diese Präparate eine zu starke Eigenfluoreszenz aufwiesen. Eine Differenzierung der Bindung von Lektinen war nicht möglich.

In Nekrosegebieten ist eine starke Eigenfluoreszenz zu finden, die durch zerstörte Zellen ausgelöst wird. So tritt in der Pars proventricularis adluminal ein Saum mit starker Eigenfluoreszenz auf.

Magenepithelzellen der oberen Schleimhautareale sind stets stärker positiv als die in den Foveolae gastricae gelegenen Magenepithelzellen.

Bei vielen Zellen können Lektine nur in Granula nachgewiesen werden.

In der Pars proventricularis binden die Schleimhautzellen keine Lektine. Lektine werden nur an den Zellgrenzen und an der Basallamina gebunden.

Es kann mit Sicherheit angenommen werden, daß Magenepithelzellen eine andere Schleimzusammensetzung wie Kardiadrüsenzellen, Pylorusdrüsenzellen und Nebenzellen der Eigendrüsen haben.

Ferkel nach Fütterung mit Aufzuchtfutter (Gruppe 2)

In allen Stadien und bei verschiedenen Lektinen läßt sich feststellen, daß ein Zelltyp in frühen Entwicklungsstadien noch sehr uneinheitlich Lektine bindet. Dies kann im extremsten Fall soweit gehen, daß identische Zelltypen einmal negativ sind, an anderer Stelle bereits stark positiv sind. Im Laufe der postnatalen Ausreifung des Magens werden die jeweiligen Zelltypen einheitlich in ihrer Bindung von Lektinen.

Am 1. Tag p.n. werden Lektine oft von Schleim und Magenepithelzellen gebunden, während dies in darauffolgenden Stadien nicht mehr oder erst später wieder der Fall ist.

Schleimproduzierende Zellen, wie Kardiadrüsenzellen, Pylorusdrüsenzellen und Nebenzellen der Eigendrüsen sind i.d.R. positiv. Ab dem 45. Tag p.n. binden an diese Zellen Lektine intensiver als in den vorhergehenden Stadien. Hauptzellen und Belegzellen sind bei einigen Lektinen ab dem 33. Tag p.n. positiv. Bei einigen Lektinen wird die Bindung an Magenepithelzellen, zu späteren Stadien hin, intensiver.

Schlachtschweine (Gruppe 3)

Einige Lektine binden an Nebenzellen der Eigendrüsen von Schlachtschweinen nach Fütterung einer Kartoffel-Gerstenschrot-Proteinmischung (Gruppe 3 b) stärker, als an die von Schlachtschweinen nach Fütterung einer Getreidemischung (Gruppe 3 a). Dieser Schluß kann auf Pylorus- und Kardiadrüsenzellen nicht übertragen werden. Hier ist die Bindung von Lektinen sehr unterschiedlich. Bei Kardiaz-, Pylorusdrüsenzellen und Nebenzellen der Eigendrüsen ist die Bindung von Lektinen stets gut.

Hauptzellen sind meist positiv und zwischen den beiden Gruppen einheitlich.

Belegzellen sind i.d.R. negativ, sie weisen eine starke Eigenfluoreszenz auf.

An den oberflächlichen Magenschleim binden die Lektine stärker als an den der Foveolae gastricae.

Magenepithelzellen werden nur geringgradig durch Lektine markiert, zwischen den beiden Gruppen gibt es hier nur geringe Unterschiede.

Wildschweine (Gruppe 4)

Die Bindung von Lektinen an Magenschleim und Magenepithelzellen unterscheidet sich von der der Schlachtschweine (Gruppe 3) nur geringfügig.

Ebenso ist die Bindung von Lektinen an die Nebenzellen und Hauptzellen der von Schlachtschweinen (Gruppe 3) vergleichbar.

Die Kardiadrüsenzellen und die Pylorusdrüsenzellen binden bei Wildschweinen (Gruppe 4) die Lektine meist intensiver, diese Zellen reagieren in dieser Gruppe mit Lektinen sehr stark.

Bei Belegzellen tritt eine starke Eigenfluoreszenz auf.

Die Ergebnisse können zusammengefaßt werden:

BPA Schleim MEZ Nebenz. Kardiaz. Pylorusz. Hauptz. Belegz.

I	+	-	+	1) ++	2) -	-	-
II	-	-	+	1) ++	2) -	-	-
III	-	-	+	++	2) -	+/-	2) -
IV	-	+/-	+	+	2) -	+	2) -
V	-	-	+	+/-	2) -	+	2) -
VI	-	-	+	+/-	2) -	+/-	2) -
VII	-	-	++	+/-	2) -	+/-	2) -
VIII	-	-	++	+	2) +	+/-	2) -
IX	-	+/-	1) +++	+/-	2) -	++	-

Ergebnisse der Bindung von BPA an die Zellen der gastralen Schleimhaut von Ferkeln nach Fütterung von Aufzuchtfutter (Gruppe 2) (Schleim = dem Magenepithel anhaftender Magenschleim, MEZ = Magenepithelzellen, Nebenz. = Nebenzellen, Kardiaz. = Kardiadrüsenzellen, Pylorusz. = Pylorusdrüsenzellen, Hauptz. = Hauptzellen, Belegz. = Belegzellen, I...IX = Ferkel I - IX)

1) einzelne Granula im Zytoplasma sind angefärbt

2) einige Zellen sind in bezeichneter Weise positiv

Con A	Schleim	MEZ	Nebenz.	Kardiaz.	Pylorusz.	Hauptz.	Belegz.
I	-	-	+/- 1)	-	+/- 2)	-	-
II	-	-	+/- 1)	+/- - ++	+/- 2)	-	-
III	-	-	+/- 1)	+	1) +/-	2) +/-	2) -
IV	-	+/-	+/- 1)	+	+	+	1) -
V	-	+	+/-	+/-	++	+/-	1) -
VI	-	+/-	+	2) +	1) +/-	+	- ++
VII	+/-	+/-	+	2) +	2) +	++	-
VIII	+/-	+	++	+	++	++	-
IX	+/-	+	++	+	1) ++	++	-

Ergebnisse der Bindung von Con A an die Zellen der gastralen Schleimhaut von Ferkeln nach Fütterung von Aufzuchtfutter (Gruppe 2) (Schleim = dem Magenepithel anhaftender Magenschleim, MEZ = Magenepithelzellen, Nebenz. = Nebenzellen, Kardiaz. = Kardiadrüsenzellen, Pylorusz. = Pylorusdrüsenzellen, Hauptz. = Hauptzellen, Belegz. = Belegzellen, I...IX = Ferkel I - IX)

1) einzelne Granula im Zytoplasma sind angefärbt

2) einige Zellen sind in bezeichneter Weise positiv

DBA	Schleim	MEZ	Nebenz.	Kardiaz.	Pylorusz.	Hauptz.	Belegz.
I	++	+	1) +/-	2) +/-	+	1) +	-
II	+	+	1) -	+/-	+/-	1) -	-
III	++	++	+	+	1) -	+	-
IV	+	+	+/-	-	-	+	2) -
V	++	+	+/-	+	-	+	2) -
VI	++	+	++	+	-	++	-
VII	++	+	+	+	-	+	-
VIII	++	+++	++	+++	+++	++	-
IX	+++	+++	++	+++	+++	+++	-

Ergebnisse der Bindung von DBA an die Zellen der gastralen Schleimhaut von Ferkeln nach Fütterung von Aufzuchtfutter (Gruppe 2) (Schleim = dem Magenepithel anhaftender Magenschleim, MEZ = Magenepithelzellen, Nebenz. = Nebenzellen, Kardiaz. = Kardiadrüsenzellen, Pylorusz. = Pylorusdrüsenzellen, Hauptz. = Hauptzellen, Belegz. = Belegzellen, I...IX = Ferkel I - IX)

1) einzelne Granula im Zytoplasma sind angefärbt

2) einige Zellen sind in bezeichneter Weise positiv

GS I Schleim MEZ Nebenz. Kardiaz. Pylorusz. Hauptz. Belegz.

I	++	+/-	+/-	1) +/-	1) ++	1) -	-
II	+	+	++	1) +/-	1) -	-	-
III	+	+	++	1) +	2) -	+	-
IV	+/-	+/-	+/-	+/-	2) -	-	-
V	++	+	+	1) +	2) -	-	-
VI	+/-	+	++	+	-	++	-
VII	+	++	+	+	-	+++	-
VIII	++	++	+++	+/-	-	+++	-
IX	++	++	+++	+	-	++	-

Ergebnisse der Bindung von GS I an die Zellen der gastralen Schleimhaut von Ferkeln nach Fütterung von Aufzuchtfutter (Gruppe 2) (Schleim = dem Magenepithel anhaftender Magenschleim, MEZ = Magenepithelzellen, Nebenz. = Nebenzellen, Kardiaz. = Kardiadrüsenzellen, Pylorusz. = Pylorusdrüsenzellen, Hauptz. = Hauptzellen, Belegz. = Belegzellen, I...IX = Ferkel I - IX)

1) einzelne Granula im Zytoplasma sind angefärbt

2) einige Zellen sind in bezeichneter Weise positiv

GS II Schleim MEZ Nebenz. Kardiaz. Pylorusz. Hauptz. Belegz.

I	+	-	++	2) +	++	-	-
II	-	-	++	2) +	+/-	-	-
III	-	-	++	2) +	++	-	+/-
IV	-	-	+/-	2) +	+/-	-	-
V	+/-	+/-	+++	2) ++	+	-	-
VI	+/-	+	++	++	++	++	+
VII	+/-	+/-	+	+	+	++	+
VIII	+/-	-	++	+++	++	+++	+
IX	+/-	-	++	+++	+	+++	++

Ergebnisse der Bindung von GS II an die Zellen der gastralen Schleimhaut von Ferkeln nach Fütterung von Aufzuchtfutter (Gruppe 2) (Schleim = dem Magenepithel anhaftender Magenschleim, MEZ = Magenepithelzellen, Nebenz. = Nebenzellen, Kardiaz. = Kardiadrüsenzellen, Pylorusz. = Pylorusdrüsenzellen, Hauptz. = Hauptzellen, Belegz. = Belegzellen, I...IX = Ferkel I - IX)

1) einzelne Granula im Zytoplasma sind angefärbt

2) einige Zellen sind in bezeichneter Weise positiv

HPA	Schleim	MEZ	Nebenz.	Kardiaz.	Pylorusz.	Hauptz.	Belegz.
I	+	+/-	+	1) ++	++	1) -	-
II	+	-	+	1) ++	+/-	1) -	-
III	-	-	+	++	+/-	1) -	+
IV	+	+/-	+/-	+++	+/-	-	-
V	-	+	+/-	+ - ++	+/-	-	-
VI	+/-	+	+	+++	+	+	+/-
VII	+	++	+	++	+	+	+/-
VIII	+	+/-	+	+	+	++	++
IX	+/-	+/-	+++	+	+	+	++

Ergebnisse der Bindung von HPA an die Zellen der gastralen Schleimhaut von Ferkeln nach Fütterung von Aufzuchtfutter (Gruppe 2) (Schleim = dem Magenepithel anhaftender Magenschleim, MEZ = Magenepithelzellen, Nebenz. = Nebenzellen, Kardiaz. = Kardiadrüsenzellen, Pylorusz. = Pylorusdrüsenzellen, Hauptz. = Hauptzellen, Belegz. = Belegzellen, I...IX = Ferkel I - IX)

1) einzelne Granula im Zytoplasma sind angefärbt

2) einige Zellen sind in bezeichneter Weise positiv

MPA	Schleim	MEZ	Nebenz.	Kardiaz.	Pylorusz.	Hauptz.	Belegz.
I	+/-	+/-	+	++	+	2) -	-
II	+/-	+	++	++	+	2) -	-
III	+/-	+/-	+/-	+	1) +/-	+/-	+/-
IV	+/-	+/-	+/-	1) +	1) ++	-	-
V	-	-	+/-	+	1) +/-	-	-
VI	+/-	+/-	++	+ - ++	-	+/-	+
VII	+/-	+/-	+	+ - ++	+/-	+/-	+
VIII	+	+/-	++	+++	+ - ++	+/-	++
IX	+/-	+/-	++	+/-	1) ++	-	++

Ergebnisse der Bindung von MPA an die Zellen der gastralen Schleimhaut von Ferkeln nach Fütterung von Aufzuchtfutter (Gruppe 2) (Schleim = dem Magenepithel anhaftender Magenschleim, MEZ = Magenepithelzellen, Nebenz. = Nebenzellen, Kardiaz. = Kardiadrüsenzellen, Pylorusz. = Pylorusdrüsenzellen, Hauptz. = Hauptzellen, Belegz. = Belegzellen, I...IX = Ferkel I - IX)

1) einzelne Granula im Zytoplasma sind angefärbt

2) einige Zellen sind in bezeichneter Weise positiv

PNA	Schleim	MEZ	Nebenz.	Kardiaz.	Pylorusz.	Hauptz.	Belegz.
I	+/-	+/-	++ 2)	+	2) +++ 1)	-	-
II	-	+/-	+ - ++1)	+	2) +/-	-	-
III	-	+/-	++	++	2) + - +++	++	+/-
IV	-	+	+/-	+	2) ++	+/-	+/-
V	-	+	-	-	+/- - ++	-	-
VI	+/-	+	+++	+/- 1)	+/-	+++	+
VII	+	+	+++	+/-	++ - +++	+++	++
VIII	-	+	+++	+ - ++	+ - +++	+	1) ++
IX	-	+	++ 2)	-	+/-	+	1) ++

Ergebnisse der Bindung von PNA an die Zellen der gastralen Schleimhaut von Ferkeln nach Fütterung von Aufzuchtfutter (Gruppe 2) (Schleim = dem Magenepithel anhaftender Magenschleim, MEZ = Magenepithelzellen, Nebenz. = Nebenzellen, Kardiaz. = Kardiadrüsenzellen, Pylorusz. = Pylorusdrüsenzellen, Hauptz. = Hauptzellen, Belegz. = Belegzellen, I...IX = Ferkel I - IX)

1) einzelne Granula im Zytoplasma sind angefärbt

2) einige Zellen sind in bezeichneter Weise positiv

RCA I	Schleim	MEZ	Nebenz.	Kardiaz.	Pylorusz.	Hauptz.	Belegz.
I	+/-	+/-	+++ 2)	++	+ - ++2)	-	-
II	+/-	+/-	+ - +++	++	+/-	-	-
III	+/-	+/-	+ - +++	+/- - ++	+/-	-	+/-
IV	+/-	+	+	1)	+ - ++	+/-	-
V	+/-	+/-	+	1)	+/-	+/-	-
VI	+/-	+/-	++	++	+/-	+/-	+/-
VII	+/-	-	++	+/- - +	+/-	+	+
VIII	-	+/-	+++	+ - ++	+/- - ++	+/-	+
IX	-	+/-	++	+ - ++	+ - ++	+/-	+

Ergebnisse der Bindung von RCA I an die Zellen der gastralen Schleimhaut von Ferkeln nach Fütterung von Aufzuchtfutter (Gruppe 2) (Schleim = dem Magenepithel anhaftender Magenschleim, MEZ = Magenepithelzellen, Nebenz. = Nebenzellen, Kardiaz. = Kardiadrüsenzellen, Pylorusz. = Pylorusdrüsenzellen, Hauptz. = Hauptzellen, Belegz. = Belegzellen, I...IX = Ferkel I - IX)

1) einzelne Granula im Zytoplasma sind angefärbt

2) einige Zellen sind in bezeichneter Weise positiv

RCA II Schleim MEZ Nebenz. Kardiaz. Pylorusz. Hauptz. Belegz.

I	+	+/-	++	1) +	-	-	-
II	+/-	+/-	+++	++	-	-	-
III	-	+/-	++	- - ++2)	+/-	-	+/-
IV	+/-	+/-	+	1) - - + 2)	+/- - +	-	-
V	+/-	+/-	+/-	+/-	-	-	-
VI	+/-	+/-	++	+	+	+/- 2)	+
VII	+/-	+/-	++	+	+/-	+/- 2)	+
VIII	+/-	+/-	+++	+/-	+	-	++
IX	-	+/-	+	+/-	++	+	+

Ergebnisse der Bindung von RCA II an die Zellen der gastralen Schleimhaut von Ferkeln nach Fütterung von Aufzuchtfutter (Gruppe 2) (Schleim = dem Magenepithel anhaftender Magenschleim, MEZ = Magenepithelzellen, Nebenz. = Nebenzellen, Kardiaz. = Kardiadrüsenzellen, Pylorusz. = Pylorusdrüsenzellen, Hauptz. = Hauptzellen, Belegz. = Belegzellen, I...IX = Ferkel I - IX)

1) einzelne Granula im Zytoplasma sind angefärbt

2) einige Zellen sind in bezeichneter Weise positiv

SBA Schleim MEZ Nebenz. Kardiaz. Pylorusz. Hauptz. Belegz.

I	+	++	- - +	+/-	+/- - +	-	-
II	+	+	- - +	+/-	- - +/-	-	-
III	+	++	- - +	+	-	-	-
IV	+	+	+/-	+	- - ++	-	-
V	+	+	+	+++	-	-	-
VI	+	++	+	+++	-	+	+/-
VII	+	++	+/-	+++	- - +	+	+/-
VIII	+	+	+	+	- ++	++	+
IX	+/-	++	+	++	+/-	++	+

Ergebnisse der Bindung von SBA an die Zellen der gastralen Schleimhaut von Ferkeln nach Fütterung von Aufzuchtfutter (Gruppe 2) (Schleim = dem Magenepithel anhaftender Magenschleim, MEZ = Magenepithelzellen, Nebenz. = Nebenzellen, Kardiaz. = Kardiadrüsenzellen, Pylorusz. = Pylorusdrüsenzellen, Hauptz. = Hauptzellen, Belegz. = Belegzellen, I...IX = Ferkel I - IX)

1) einzelne Granula im Zytoplasma sind angefärbt

2) einige Zellen sind in bezeichneter Weise positiv

UEA I	Schleim	MEZ	Nebenz.	Kardiaz.	Pylorusz.	Hauptz.	Belegz.
I	+	+/-	- - +	- - +	+/-	1) -	-
II	+	+/-	+/-	+/-	+/-	-	-
III	+	-	+/-	- - ++	+/-	+/-	+
IV	+	+	+/-	+ - ++	+	1) -	+/-
V	+	+	-	+/-	+/-	-	-
VI	+	+	+	-	+	1) +	+
VII	+	+/-	+/-	-	-	+/-	+/-
VIII	+	+/-	+	-	+	+ - ++	+
IX	+/-	+/-	+	+/-	-	++	+

Ergebnisse der Bindung von UEA I an die Zellen der gastralen Schleimhaut von Ferkeln nach Fütterung von Aufzuchtfutter (Gruppe 2) (Schleim = dem Magenepithel anhaftender Magenschleim, MEZ = Magenepithelzellen, Nebenz. = Nebenzellen, Kardiaz. = Kardiadrüsenzellen, Pylorusz. = Pylorusdrüsenzellen, Hauptz. = Hauptzellen, Belegz. = Belegzellen, I...IX = Ferkel I - IX)

1) einzelne Granula im Zytoplasma sind angefärbt

2) einige Zellen sind in bezeichneter Weise positiv

UEA II	Schleim	MEZ	Nebenz.	Kardiaz.	Pylorusz.	Hauptz.	Belegz.
I	-	-	- - +	- - ++	+	1) -	-
II	-	-	+/-	- - +	-	-	-
III	-	-	+/- - ++	++	-	+/-	-
IV	-	-	+/-	++	-	+	-
V	-	+/-	-	- - ++	-	+	-
VI	-	-	+	-	-	+/-	+/-
VII	-	-	+/-	-	-	+/-	+/-
VIII	-	-	+	-	-	-	+/-
IX	-	-	+ - ++	-	+/-	-	+

Ergebnisse der Bindung von UEA II an die Zellen der gastralen Schleimhaut von Ferkeln nach Fütterung von Aufzuchtfutter (Gruppe 2) (Schleim = dem Magenepithel anhaftender Magenschleim, MEZ = Magenepithelzellen, Nebenz. = Nebenzellen, Kardiaz. = Kardiadrüsenzellen, Pylorusz. = Pylorusdrüsenzellen, Hauptz. = Hauptzellen, Belegz. = Belegzellen, I...IX = Ferkel I - IX)

1) einzelne Granula im Zytoplasma sind angefärbt

2) einige Zellen sind in bezeichneter Weise positiv

WGA	Schleim	MEZ	Nebenz.	Kardiaz.	Pylorusz.	Hauptz.	Belegz.
I	+	+	+++	1) + - ++	- - ++1)	-	-
II	++	+/-	++	1) + - +++	+/-	-	-
III	+/-	+/-	++	1) + - +++	-	+/-	+
IV	++	+	+/-	1) + - +++	+/-	-	-
V	+	+/-	+/-	1) +/-	-	-	-
VI	+	+	++	+/-	+/-	+	1) +
VII	+	+	+	+/-	+/-	-	+
VIII	+	+/-	++	+/- - +	-	-	++
IX	+/-	+/-	++	+	+	1) -	++

Ergebnisse der Bindung von WGA an die Zellen der gastralen Schleimhaut von Ferkeln nach Fütterung von Aufzuchtfutter (Gruppe 2) (Schleim = dem Magenepithel anhaftender Magenschleim, MEZ = Magenepithelzellen, Nebenz. = Nebenzellen, Kardiaz. = Kardiadrüsenzellen, Pylorusz. = Pylorusdrüsenzellen, Hauptz. = Hauptzellen, Belegz. = Belegzellen, I...IX = Ferkel I - IX)

1) einzelne Granula im Zytoplasma sind angefärbt

2) einige Zellen sind in bezeichneter Weise positiv

	Schleim	MEZ	Nebenz.	Kardiaz.	Pylorusz.	Hauptz.	Belegz.
BPA							
3 a	-	-	+/-	+	1) +/-	+	+/-
3 b	+/-	+/-	+	+/-	-	+	+/-
4	-	-	-	+/-	-	+/-	-
Con A							
3 a	+	+/-	-	+	- + + +	+	-
3 b	+	+/-	+++	-	+	+	+
4	+	+	+	+++	+	++	-
DBA							
3 a	-	-	+/-	-	-	-	+/-
3 b	++	+	+/-	- + + +	+	- + + +	+/-
4	+	+/-	+	++	+++	+++	-
GS I							
3 a	-	-	+/-	-	+/-	+/-	+/-
3 b	+/-	+/-	+/-	+	- + +	+/-	+++
4	++	++	+	+++	++	++	+/-
GS II							
3 a	-	-	-	+++	1) ++	+++	-
3 b	+/-	-	+/-	++	++	++	-
4	-	-	+/-	+++	+++	++	-
HPA							
3 a	+	+/-	+/-	+++	+++	+++	-
3 b	+	+	+++	+	+/-	+++	++
4	+	+	+++	+	+++	++	-
WPA							
3 a	+/-	-	+/-	++	1) ++	++	-
3 b	+/-	+/-	+	- + + +	+	1) +/-	- + + +
4	+/-	+/-	+++	+++	++	+++	-

Ergebnisse der Bindung von Lektinen an die Zellen der gastralen Schleimhaut von Schlachtschweinen und Wildschweinen (Gruppe 3 und 4) (Schleim = dem Magenepithel anhaftender Magenschleim, MEZ = Magenepithelzellen, Nebenz. = Nebenzellen, Kardiaz. = Kardiadrüsenzellen, Pylorusz. = Pylorusdrüsenzellen, Hauptz. = Hauptzellen, Belegz. = Belegzellen, 3 a = Schlachtschweine nach Fütterung einer Getreidemischung, 3 b = Schlachtschweine nach Fütterung einer Kartoffel-Gerstenschrot-Proteinmischung, 4 = Wildschweine, Abkürzung der Lektine siehe in Material und Methode)

- 1) einzelne Granula im Zytoplasma sind angefärbt
- 2) einige Zellen sind in bezeichneter Weise positiv

	Schleim	MEZ	Nebenz.	Kardiaz.	Pylorusz.	Hauptz.	Belegz.
PNA							
3 a	-	-	+/-	- - ++	++	+++	+/-
3 b	+/-	+/-	+	- - +	+/- - ++	++	+/-
4	+/-	+/-	+/-	+	- + - +++	-	-
BCA I							
3 a	+/-	+/-	+++	+ - +++	+	+	+/-
3 b	+/-	+/-	+++	+++	1) +/-	+	+/-
4	+/-	+	+/-	++	++	+++	-
BCA II							
3 a	+/-	+/-	++	++	1) +	++	+/-
3 b	+/-	+/-	+++	+	++	++	+/-
4	+	+/-	+	+	+	+	-
SBA							
3 a	-	+	+/- - ++	+++	1) +++	+++	+/-
3 b	+	++	+/- - ++	+++	1) +	+++	+/-
4	+/-	+	+	++	+++	+++	+/-
UEA I							
3 a	+/-	+/-	+/-	+++	1) ++	++	+/-
3 b	+	+/-	+/-	+/-	1) ++	+++	-
4	+	+/-	+/-	++	+	- ++	-
UEA II							
3 a	+/-	-	+/-	+/-	-	-	-
3 b	-	-	+/- - +	+/-	+/-	-	+/- - +
4	-	-	+/-	-	-	-	-
WGA							
3 a	++	++	+++	+/- - ++	+/-	+	++
3 b	+/-	+/-	++ - +++	+	++	+/-	++
4	++	++	++	+++	+++	++	-

Ergebnisse der Bindung von Lektinen an die Zellen der gastralen Schleimhaut von Schlachtschweinen und Wildschweinen (Gruppe 3 und 4) (Schleim = dem Magenepithel anhaftender Magenschleim, MEZ = Magenepithelzellen, Nebenz. = Nebenzellen, Kardiaz. = Kardiadrüsenzellen, Pylorusz. = Pylorusdrüsenzellen, Hauptz. = Hauptzellen, Belegz. = Belegzellen, 3 a = Schlachtschweine nach Fütterung einer Getreidemischung, 3 b = Schlachtschweine nach Fütterung einer Kartoffel-Gerstenschrot-Proteinmischung, 4 = Wildschweine, Abkürzung der Lektine siehe in Material und Methode)

1) einzelne Granula im Zytoplasma sind angefärbt

2) einige Zellen sind in bezeichneter Weise positiv

E. Elektronenmikroskopische Untersuchungen an der gastralen Schleimhaut

1. Struktur der gastralen Schleimhaut von Ferkeln nach Fütterung mit Aufzuchtfutter (Gruppe 2)

a) Pars proventricularis

Ab dem 33. Tag p.n. konnte eine Pars proventricularis makroskopisch differenziert werden. Es wurden Magenschleimhautproben entnommen und elektronenmikroskopisch untersucht.

In allen Schichten des Epithelium mucosae sind die Zellen stark ineinander verzahnt. Ab der Altersstufe von 45 Tagen p.n. können in den Epithelzellen der Pars proventricularis zahlreiche Tonofilamente gefunden werden, die in bestimmten Zugrichtungen angeordnet sind.

-- oberflächliche Schicht

Die mittelgroßen, spindelförmigen Zellen besitzen ein dichtes Zytoplasma. Die wenigen, sichtbaren Nuklei sind groß, gelappt und enthalten Heterochromatin. Es kann Karyolysis beobachtet werden. Die wenigen Mitochondrien sind groß, hell und gleichmäßig im Zytoplasma verteilt. Ab 40 Tagen p.n. werden Hyperkeratosen gefunden. Teilweise treten nur noch Kernschatten auf. Das Zytoplasma zeigt Lysiserscheinungen.

-- mittlere Schicht

Die zahlreichen Zellen dieser Schicht sind groß und sternförmig. Das Zytoplasma ist locker organisiert. Der große, runde Zellkern enthält Euchromatin und einen deutlichen Nukleolus. Diese Zellen enthalten viele, große Mitochondrien. Am 45. Tag p.n. konnten Lymphozyten in dieser Schicht gefunden werden.

-- tiefe Schicht

Bis zum Alter von 45 Tagen p.n. sind diese Zellen spindelförmig, danach stachelzelloidartig. Ebenso ist bis zu dieser Altersgrenze zunächst das Zytoplasma locker, dann dicht strukturiert. Diese zahlreichen Zellen sind relativ groß. Der Zellkern ist gelappt, rund und enthält Euchromatin. Diese Zellen enthalten Tonofilamente in großer Zahl.

Das Stratum basale bilden zahlreiche, kleine, ovale Zellen mit einem dichten, homogenen Zytoplasma. Der Kern ist groß und enthält Euchromatin. Die wenigen, großen Mitochondrien liegen um den Kern. Im Zytoplasma liegt ein großes, endoplasmatisches Retikulum.

In der Lamina propria mucosae finden sich einige Lymphozyten.

b) Pars glandularis

α Epithelium mucosae

Die oberflächlichen Magenepithelzellen sind groß, hochprismatisch und besitzen apikal Mikrovilli. Als interzelluläre Verbindung dienen tight junctions. Das apikale Kompartiment ist extrem groß ausgebildet, hier liegen große Granula. Der Inhalt der Granula ist klar. Der Kern ist hochoval, gelappt, klein, liegt basal und enthält große Mengen an Heterochromatin. Vom Golgi Apparat und endoplasmatischen Retikulum sind nur noch Reste zu erkennen. Die wenigen, kleinen Mitochondrien liegen paranukleär. Vereinzelt kann ekkrine Sekretion, neben holokriner Sekretion beobachtet werden. Die eben beschriebenen Magenepithelzellen können in allen Entwicklungsstadien beobachtet werden.

Die in den Foveolae gastricae gelegenen Magenepithelzellen sind kleiner, flach hochprismatisch und besitzen mehr Mikrovilli. Die Granula sind kleiner und enthalten oft ein elektronendichtes Zentrum. Der Nukleus ist im Unterschied rund und enthält Euchromatin. Der Golgi Apparat und das endoplasmatische Retikulum sind größer als bei oberflächlichen Magenepithelzellen.

Ab dem 33. Tag p.n. treten zahlreiche Lymphozyten, Plasmazellen und Mastzellen intraepithelial auf, hervorstechend ist dies besonders in der Pylorusdrüsenzone.

Unter dem Epithel finden sich EC-Zellen in großer Zahl.

β Lamina propria mucosae

-- Pars cardiaca

Die Größe der Kardiadrüsenzellen nimmt kontinuierlich im Verhältnis zu den umgebenden Zellen zu. Die Zellform wird fast hochprismatisch. Die Zellen liegen dicht gedrängt in den Kardiadrüsen. Adluminal liegen Mikrovilli, die bei ausgereiften Zellen häufiger sind. Zwischen den Zellen findet man tight junctions. Die Dichte des Zytoplasmas steigt stetig an. Das Zytoplasma ist bis zum 5. Tag p.n. einheitlich, es sind nur wenige Granula ausgebildet. In diesem Stadium, in dem wenige Granula gebildet sind, ist der Golgi Apparat groß, er liegt paranukleär.

Die Granula haben unterschiedliches Aussehen, je nach Reifungsgrad, zunächst erscheint das Granulum klein und elektronendicht, dann wird es größer, elektronendurchlässig, stets treten aber wenige elektronendurchlässige Granula auf.

Ab dem 12. Tag p.n. ist der Kern gelappt. Er enthält immer Euchromatin, ist queroval bis rund und gefüllt mit elektronendurchlässiger Karyolymphe. Die wenigen Mitochondrien sind klein und liegen paranukleär. In der Ausreifung der einzelnen Zelle werden diese weniger. Vom endoplasmatischen Retikulum sind nur geringe Anteile ausgebildet.

Unreife Kardiadrüsenzellen charakterisieren sich durch ein locker strukturiertes Zytoplasma, einige Mikrovilli, einen großen Golgi Apparat und zahlreiches, endoplasmatisches Retikulum. Diese Zellen bilden Granula erst an und sind kaum sekretorisch aktiv.

Weiterhin finden sich in der Kardiadrüsenzzone EC-Zellen. Fibroblasten und ab dem 26. Tag p.n. zahlreiche Lymphozyten, sowie Mastzellen.

Im Alter von 68. Tag p.n. treten zahlreiche Lymphozyten und Plasmazellen auf.

In einigen Präparaten konnten Zellen gefunden werden, die sich zu Belegzellen differenzieren. Diese Zellen liegen im Zellverband der Kardiadrüsen. Adluminal liegen Mikrovilli. Typisch sind die zahlreichen, großen Mitochondrien, die in einem großen, gering elektronendichten Zytoplasma liegen. Sie enthalten keine Granula, sowie geringe Anteile an Golgi Vesikeln und endoplasmatischem Retikulum. Sekretkanalikuli sind kaum ausgebildet. Der runde, große Nukleus liegt zentral und enthält Euchromatin.

-- Fundus ventriculi

Unreife Hauptzellen können bis zum 26. Tag p.n. beobachtet werden, ab dem 33. Tag p.n. ist die Entwicklung der Hauptzellen abgeschlossen. Unreife Hauptzellen zeichnen sich aus durch ihren großen, elektronendichten, isoprismatischen Zelleib, sowie durch große Sekretgranula. Adluminal liegen zahlreiche Mikrovilli. Die Hauptzellen sind verbunden durch tight junctions. Die wenigen ausgebildeten Zymogengranula sind etwas elektronendichter als das sie umgebende Zytoplasma und etwas kleiner als bei reifen Hauptzellen. Die Form der Granula ist rundlich. Sie umgeben den Kern. Das rauhe endoplasmatische Retikulum ist prominent, besonders ab dem 26. Tag p.n.. Mitochondrien sind wenige, kleine ausgebildet. Der Zellkern ist groß, rund bis queroval, enthält Euchromatin und einen deutlichen Nukleolus. Der Golgi Apparat ist nur gering ausdifferenziert.

Die reifen Hauptzellen unterscheiden sich nicht von denen der adulten Tiere und werden deshalb dort beschrieben.

Die Nebenzellen sind am 1. Tag p.n. undifferenziert, nach 5 Tagen p.n. ist ihre Entwicklung schon abgeschlossen. Diese unreifen Nebenzellen am 1. Tag p.n. entsprechen im Aufbau den unreifen Kardiadrüsenzellen. Die Nebenzellen sind in diesem Stadium lediglich kleiner und haben einen größeren Golgi Apparat. In den Fundusdrüsen werden nur wenige Nebenzellen gefunden. Unreife Granula sind elektronendicht (Ferkel I), reifere Granula sind elektronendurchlässig mit einem elektronendichten Zentrum (Ferkel II), später sind die Granula vollkommen elektronendurchlässig, daneben treten aber immer noch kleine, elektronendichte Granula auf (Ferkel V). Schließlich sind die Granula vollständig elektronendurchlässig.

Das Zytoplasma der Nebenzellen ist stets locker organisiert. Viele Mikrovilli treten erst ab dem 12. Tag p.n. auf. Ihre Verbindung zu den anderen Drüsenzellen erfahren die Nebenzellen durch tight junctions. In den Nebenzellen liegen wenige, kleine Mitochondrien. Vom endoplasmatischen Retikulum sind nur wenige Tubuli zu beobachten.

Die Belegzellen liegen in den frühen Stadien im Epithel der Fundusdrüsen und haben so direkten Kontakt zum Lumen. Ab dem 68. Tag p.n. kommen sie in ihre typische Lage, außerhalb des Fundusdrüsenepithels, der Basalmembran anliegend. Unreife Parietalzellen besitzen vereinzelt rauhes endoplasmatisches Retikulum. Sie enthalten wenige Tubulovesikel, viele Mitochondrien und besitzen wenige Zytoplasmaeinstülpungen. Sekretkapillaren sind erst ab dem 5. Tag p.n. deutlich ausgeprägt. Die Größe und Anzahl der Belegzellen nimmt im Vergleich zu den anderen Drüsenzellen ständig zu. Ab dem 33. Tag p.n. haben die Belegzellen ihre endgültige Form erreicht und sind ausgereift, das Zytoplasma ist hier stark untergliedert durch die Sekretkanalikuli. Die Form der Belegzellen ist im Fundusdrüsenepithel isoprismatisch, außerhalb der Drüsen ist sie keilförmig. Die Zahl der an sich schon zahlreichen, elektronendurchlässigen, großen Mitochondrien nimmt stetig zu. Die Mitochondrien liegen im ganzen Zytoplasma verteilt, die Cristae sind deutlich zu erkennen.

Belegzellen werden auch in Schnitten bis zum 33. Tag p.n. in der Pylorus- und der Kardiadrüsenzzone gefunden, diese Zellen entsprechen unreifen Belegzellen. Der Golgi Apparat und das endoplasmatische Retikulum ist in allen Stadien kaum ausgeprägt.

In der Lamina propria mucosae finden sich in allen Altersstufen weiterhin Fibroblasten, EC-Zellen, Lymphozyten, Plasmazellen und Mastzellen. Am 5. Tag p.n. treten zahlreiche EC-Zellen auf. Mastzellen finden sich am 40. Tag p.n. in großer Zahl. Im Magenepithel der Ferkel von 45. Tag p.n. treten zahlreiche Lymphozyten und Plasmazellen auf.

-- Pars pylorica

Die Pylorusdrüsenzellen sind isoprismatisch und mittelgroß. Adluminal finden sich einige Mikrovilli. Die Verbindung zu den anderen Zellen stellen tight junctions dar. Es konnten im Alter von 45 Tagen p.n. immer noch unreife Zellen gefunden werden. Im Unterschied zu den anderen schleimproduzierenden Zellen treten bereits reife Pylorusdrüsenzellen ab dem 1. Tag p.n. auf. Diese Zellen enthalten große, elektronendurchlässige und einige elektronendichte Granula, so daß sich ein geflecktes Erscheinungsbild ergibt. Durch das frühe Auftreten von vielen Granula ergibt sich, daß der Golgi Apparat klein und bereits ein apikales Kompartiment ausgebildet ist. Der Zellkern ist rund bis queroval und gefüllt mit Euchromatin. Ab dem 40. Tag p.n. ist der Kern gelappt. Die wenigen Mitochondrien sind klein, liegen paranukleär und sind elektronendurchlässig. Das endoplasmatische Retikulum ist nur gering ausgebildet, bei unreifen Zellen ist diese Zellorganelle größer.

Im Epithel der Pylorusdrüsen finden sich EC-Zellen und G-Zellen. In der Lamina propria mucosae sind EC-Zellen, Lymphozyten, Makrophagen, Mastzellen, Fibroblasten und Plasmazellen zu finden. Am 19. Tag p.n. finden sich zahlreiche Plasmazellen und EC-Zellen. Ähnlich ist es am 45. Tag p.n., hier finden sich Lymphozyten, Mastzellen und EC-Zellen in großer Zahl.

Abrupt ab dem 33. Tag p.n. treten vermehrt immunologisch-assoziierte Lymphozyten im Magenepithel, v.a. in den Foveolae gastricae auf. In den darauffolgenden Altersstufen können in allen Bereichen der Schleimhaut Lymphozyten und Mastzellen in großer Zahl gefunden werden.

2. Struktur der gastralen Schleimhaut von Schlachtschweinen und Wildschweinen (Gruppe 3 und 4)

Es wurden hier die Gruppen 3 und 4 zusammengefaßt, da die morphologischen Charakteristika sich ähneln.

a) Pars proventricularis

-- oberflächliche Schicht

Die oberflächliche Schicht wird gebildet durch mittelgroße, stachelzellähnliche Zellen. Die wenigen Zellkerne sind rund und zeigen Kernwandhyperchromasie, das Chromatin ist schollig. Im Zytoplasma können nur Tonofilamente und einige große, elektronendurchlässige Mitochondrien beobachtet werden. In dieser Schicht können Lymphozyten auftreten. Abweichend findet man bei Schlachtschweinen (Gruppe 3) eine große hyperkeratotische Schicht, zahlreiche Zellkerne (Parakeratose), die Anzahl an Zellen ist höher, als bei Wildschweinen (Gruppe 4).

-- mittlere Schicht

Diese Schicht fehlt bei Schlachtschweinen nach Fütterung einer Getreidemischung (Gruppe 3 a). In der mittleren Schicht treten alle Zellformen auf. Die Zellen sind groß und besitzen ein mäßig elektronendichtes Zytoplasma. Der Zellkern ist groß, gelappt und mit lockerem Heterochromatin gefüllt. Im Zytoplasma lassen sich einige, große, elektronendurchlässige Mitochondrien erkennen. Zusätzlich ist das Zytoplasma ausgefüllt mit zahlreichen Tonofilamenten.

-- tiefe Schicht

Diese Schicht bilden schlanke, kleine, spindelförmige Zellen. Das Zytoplasma ist elektronendicht. Der Zellkern ist oval, gelappt und enthält Heterochromatin. Es können Zisternen des Golgi Apparates gefunden werden. Mehrere große Mitochondrien liegen im Zytoplasma, neben den zahlreichen, das Zytoplasma beherrschenden Tonofilamenten.

b) Pars glandularis

α Epithelium mucosae

Die Magenepithelzellen sind hochprismatisch und groß. Sie liegen dicht gedrängt auf der Basalmembran. Verbunden sind sie durch tight junctions. Die Zelloberfläche trägt vereinzelt Mikrovilli. Die Dichte des Zytoplasmas ist hoch. Man findet ekkrine und holokrine Sekretion. An Granula kann man verschiedene Formen erkennen, je nach Höhe in den Foveolae gastricae und der Lage im Magenepithel, d.h. nach Reifegrad.

Unreife, in den Foveolae gastricae gelegene Zellen besitzen große, elektronendichte Granula. Reife, oberflächlicher gelegene Zellen besitzen große, elektronendurchlässige Granula, die stets ein elektronendichtes Zentrum enthalten.

Der Zellkern ist gelappt, oval und enthält Heterochromatin. In den oberen Epithelbereichen tritt Kernwandhyperchromasie auf. Vom Golgi Apparat finden sich einige, kleine Zisternen. Die wenigen Mitochondrien sind groß, hell und liegen paranukleär. Vom endoplasmatischen Retikulum findet man einige Tubuli.

B Lamina propria mucosae

-- Pars cardiaca

Die Kardiadrüsenzellen der Schlachtschweine nach Fütterung einer Getreidemischung (Gruppe 3 a) sind kleiner, besitzen mehr Mikrovilli, einen kleineren Golgi Apparat und kleinere Mitochondrien als die Kardiadrüsenzellen der Schlachtschweine nach Fütterung einer Kartoffel-Gerstenschrot-Proteinmischung (Gruppe 3 b).

Bei diesen Schlachtschweinen (Gruppe 3 b) treten intraepithelial zahlreiche Lymphozyten auf.

Die vielen Kardiadrüsenzellen sind groß, isoprismatisch und besitzen keine Mikrovilli. Das Zytoplasma ist elektronendicht. Die Granula sind klein und mäßig elektronendicht. Der Zellkern ist groß, rund und enthält Heterochromatin. Der Golgi Apparat ist groß und liegt paranukleär.

In der Lamina propria mucosae finden sich Mastzellen, Plasmazellen, Lymphozyten, Fibroblasten und EC-Zellen. Abweichend sind bei Schlachtschweinen nach Fütterung einer Getreidemischung (Gruppe 3 a) die Kardiadrüsenzellen klein und besitzen mehr Mikrovilli. Der Golgi Apparat ist klein. Die wenigen Mitochondrien sind klein und elektronendicht. In der Lamina propria mucosae finden sich mehr Mastzellen und Plasmazellen als in der Gruppe der Schlachtschweine nach Fütterung einer Kartoffel-Gerstenschrot-Proteinmischung.

-- Fundus ventriculi

Die kleinen Nebenzellen sind isoprismatisch und mäßig elektronendicht. Sie sind durch tight junctions mit den Nachbarzellen verbunden. Auf der Zelloberfläche finden sich keine Mikrovilli. Die vielen Granula sind klein und mäßig elektronendicht. Der Zellkern ist gelappt und enthält Euchromatin. Vom Golgi Apparat findet man einige Zisternen. Die wenigen Mitochondrien sind groß und elektronendurchlässig. Bei Schlachtschweinen nach Fütterung einer Getreidemischung (Gruppe 3 a) treten nur wenige Nebenzellen mit zahlreichen Mikrovilli auf. Im apikalen Kompartiment liegen viele elektronendurchlässige Granula. Vom Golgi Apparat und den Mitochondrien sind nur geringe Anteile zu erkennen.

Die Hauptzellen sind groß, isoprismatisch und besitzen viele Mikrovilli. Sie sind durch tight junctions mit den Nachbarzellen verbunden. Die wenigen Granula sind mäßig elektronendicht, oval, groß und füllen die apikale Zelhälfte aus. Der Zellkern ist stark gelappt und enthält Heterochromatin, sowie einen deutlichen Nukleolus. Der Golgi Apparat ist groß und liegt paranukleär. Das prominente endoplasmatische Retikulum ist um den Kern geschichtet.

Die vielen, großen, keilförmigen Belegzellen besitzen ein durch Sekretkanalikuli und Tubulovesikel elektronendurchlässig erscheinendes Zytoplasma. Der große, runde Zellkern enthält Euchromatin und liegt zentral. Die vielen typischen Mitochondrien sind groß, elektronendurchlässig und liegen überall im Zytoplasma verteilt.

In der Lamina propria mucosae finden sich Fibroblasten, Lymphozyten, Plasmazellen und EC-Zellen. EC-Zellen und Lymphozyten treten besonders häufig bei Schlachtschweinen nach Fütterung einer Getreidemischung (Gruppe 3 a) auf.

-- Pars pylorica

Die vielen, großen Pylorusdrüsenzellen sind isoprismatisch und besitzen zahlreiche Mikrovilli. Durch tight junctions sind sie mit ihren Nachbarzellen verknüpft. Die Granula sind groß und elektronendurchlässig, mit einem relativ großen, elektronendichten Zentrum, ausgestattet. Der runde Zellkern enthält ein klares Karyoplasma und Euchromatin. Der Golgi Komplex ist groß und liegt supranukleär. Die Mitochondrien sind klein und liegen paranukleär. Bei Schlachtschweinen nach Fütterung einer Getreidemischung (Gruppe 3 a) sind die Pylorusdrüsenzellen klein, der Zellkern ist gelappt und die Granula sind elektronendicht. Bei Wildschweinen (Gruppe 4) ist der Golgi Apparat nur gering entwickelt.

In den Pylorusdrüsen findet man G-Zellen. Die Lamina propria mucosae beinhaltet Lymphozyten, Plasmazellen, Mastzellen und Fibroblasten. Bei Schlachtschweinen nach Fütterung einer Getreidemischung (Gruppe 3 a) konnten Hauptzellen und relativ wenige Lymphozyten angetroffen werden. In der Lamina propria mucosae von Wildschweinen (Gruppe 4) liegen Mastzellen in großer Zahl.



Abb. 16 : Elektronenmikroskopische Ausschnittsvergrößerung aus der mittleren Schicht des Epithelium mucosae der Parotid glandularis, Ferkel nach Fütterung mit Aufzuchtfutter (Gruppe 2), 45 Tage p.n., Vergr. 4000 x 1

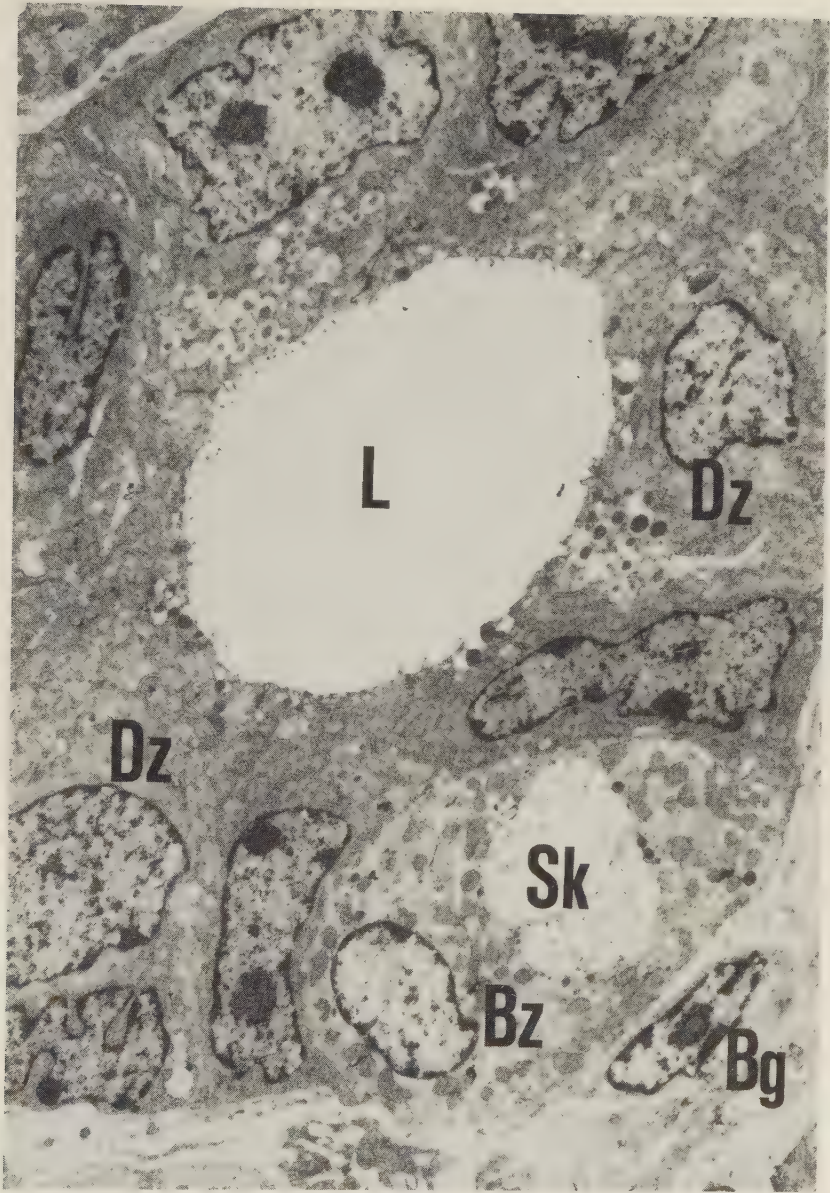


Abb. 17: Elektronenmikroskopische Ausschnittsvergrößerung aus dem Kardiadrüsenepithel der Pars cardiaca, Ferkel nach Fütterung mit Aufzuchtfutter (Gruppe 2), 1 Tag p.n., Vergr. 3000 x 3

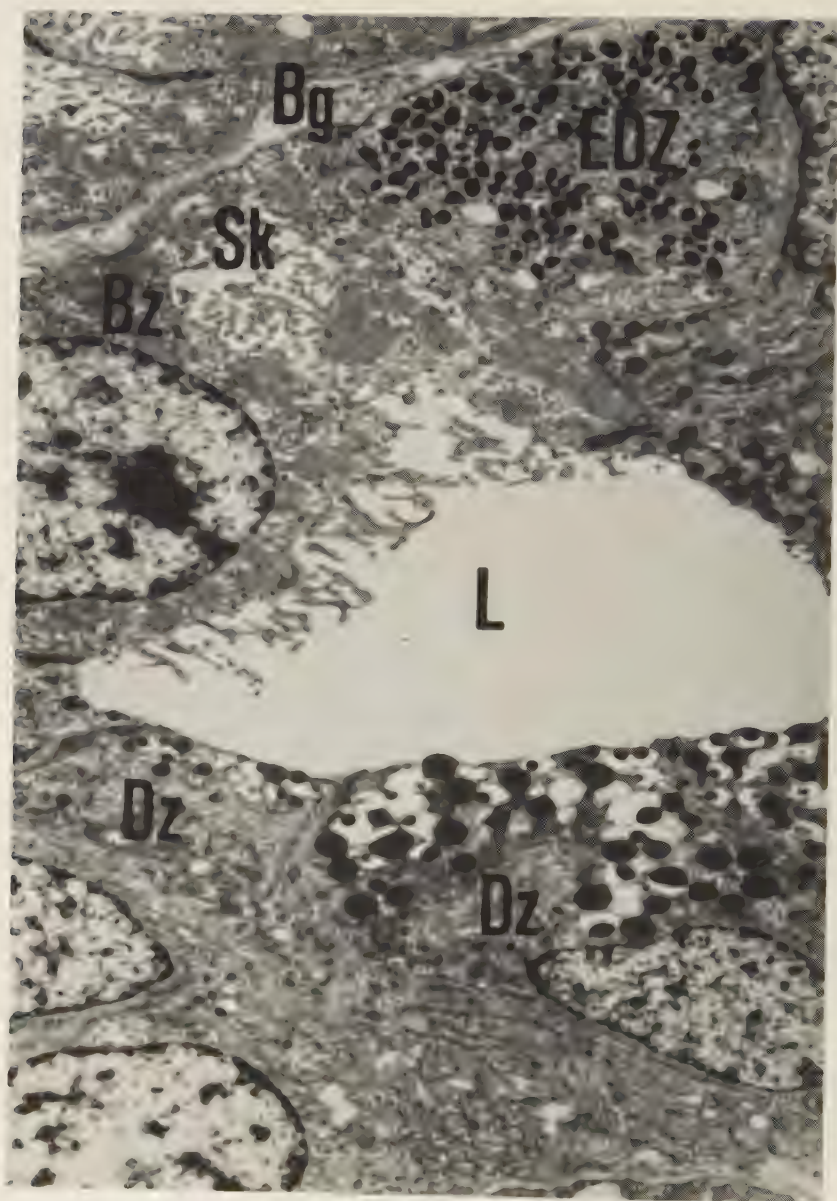


Abb. 18: Elektronenmikroskopische Ausschnittsvergrößerung aus dem Eigen-
drüsenepithel des Fundus ventriculi, Ferkel nach Fütterung mit Aufzuchtfut-
ter (Gruppe 2), 5 Tage p.n., Vergr. 3500 x 3



Abb. 19: Elektronenmikroskopische Ausschnittsvergrößerung aus dem Pylorusdrüsenepithel der Pars pylorica, Ferkel nach Fütterung mit Aufzuchtfutter (Gruppe 2), 1 Tag p.n., Vergr. 4000 x 3

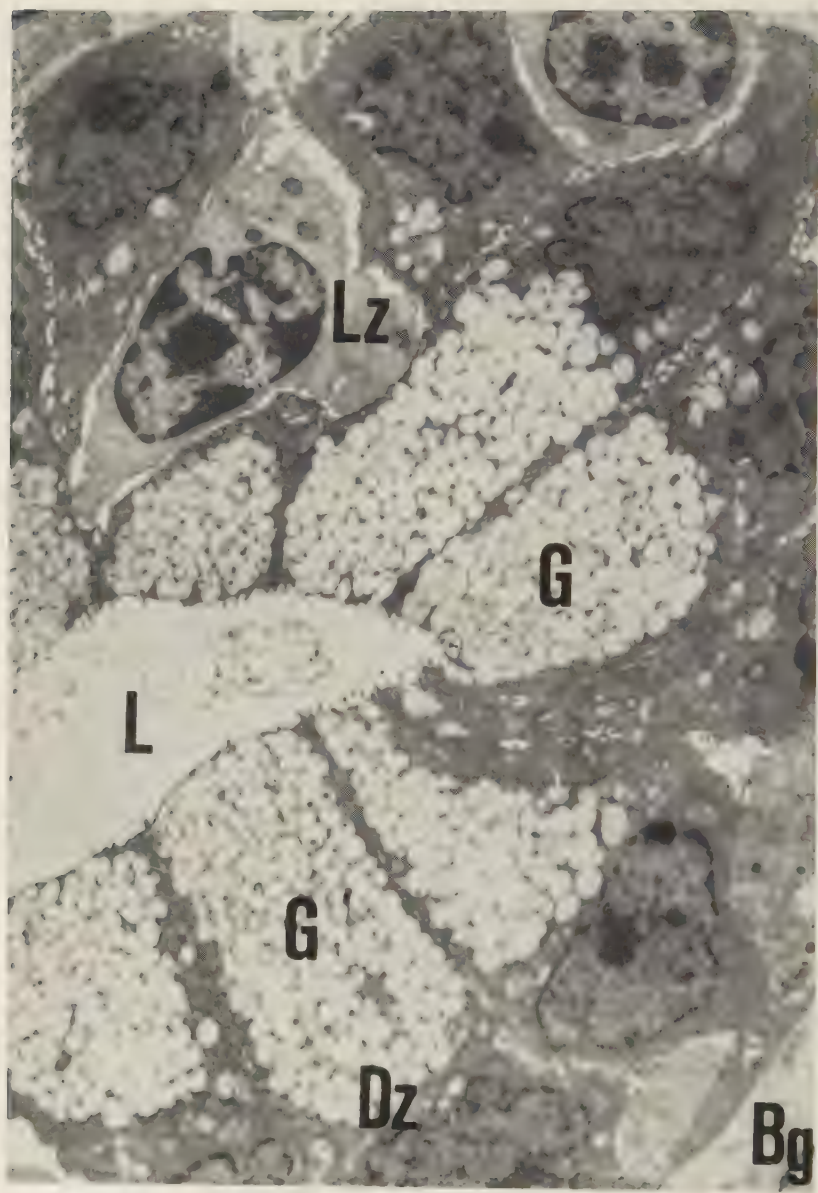


Abb. 20: Elektronenmikroskopische Ausschnittsvergrößerung aus dem Epithelium mucosae der Pars pylorica, Ferkel nach Fütterung mit Aufzuchtfutter (Gruppe 2), 33 Tage p.n., Vergr. 3000 x 3



Abb. 21: Elektronenmikroskopische Ausschnittsvergrößerung aus dem Stratum basale und der tiefen Schicht des Epithelium mucosae der Pars nonglandularis, Schlachtschwein nach Fütterung einer Getreidemischung (Gruppe 3 a), Vergr. 3000 x 3

Erläuterung der in den elektronenmikroskopischen Aufnahmen verwendeten Abkürzungen

Dz	Drüsenzelle
Ez	Epithelzelle
Lz	Lymphozyt
Bz	Belegzelle
EDZ	Endokrine Drüsenzelle
Bg	Bindegewebe
IZR	Interzellularraum
L	Lumen
Sk	Sekretkapillare
K	Kern
G	Granula
TF	Tonofilament

V. Diskussion

Ziel der vorliegenden Untersuchungen war es, den Einfluß der Fütterung auf die postnatale Entwicklung der Magenschleimhaut des Schweines zu erfassen. Gleichzeitig sollte die Schleimqualität bei unterschiedlichen Fütterungen und während der postnatalen Entwicklung durch Markierung mit PAS, Alzian Blau und Lektinen untersucht werden.

So kann festgestellt werden, daß durch morphologische Untersuchungen allein eine definitive Beurteilung der fütterungsbedingten Einflüsse erheblich eingeschränkt ist. Als besonders erschwerend zeigt sich die Tatsache, daß der Magen zahlreiche, physiologische strukturelle Funktionszustände aufweist. So ist von der postnatalen Entwicklung, die Entwicklung von der undifferenzierten Stammzelle, im Isthmus der Magendrüsen, zur differenzierten Drüsenepithelzelle, während des Turn overs abzugrenzen. Daneben muß berücksichtigt werden, daß Transport- und Schlachtstreß bei den Schlachtschweinen und unterschiedliche Fütterungszeiten bei allen Untersuchungsgruppen ebenso die Struktur der Magenschleimhaut beeinflussen können.

Die **lichtmikroskopischen Beurteilungen** der gastralen Schleimhaut zeigen bei **Ferkeln** nach Fütterung mit Muttermilch (Gruppe 1) gegenüber den Ferkeln nach Fütterung mit Aufzuchtfutter (Gruppe 2) Unterschiede.

Diese zeigen sich in Form der Quantität von Schleimhautzellen und der Geschwindigkeit der postnatalen Entwicklung. Der mikroskopisch-anatomische Aufbau der Schleimhaut entspricht dem aus der Literatur bekannten. Übereinstimmend mit GEORGIEVA/GEROV (1975) füllen zwischen Geburt und 30 Tagen p.n. die Magendrüsen die Lamina propria mucosae aus. Die Tunica muscularis wird dicker. Die dünne Lamina propria mucosae enthält zahlreiche, freie Lymphozyten.

Wie SCHWAB (1986) ebenfalls feststellte, erfahren die Kardiadrüsen nach 33 Tagen p.n. eine deutliche Verzweigung.

Bemerkenswert ist, daß erst ab dem 19. Tag p.n. Lymphfollikel, bzw. Lymphozytenansammlungen in der Lamina propria mucosae der Pars cardiaca auftreten. In späteren Stadien ist diese Region reich an Lymphfollikel. Nach DELLMANN (1971) können diese Lymphfollikel als Charakteristikum der Kardiadrüsenzzone gelten.

In beiden Gruppen mit Ferkeln finden sich ab dem 45. Tag p.n. zahlreiche, eosinophile Granulozyten in der Kardiadrüsenzzone, dies könnte ein Hinweis auf den Ablauf immunologischer Mechanismen sein.

Die Ergebnisse in der Fundusdrüsenzzone stimmen mit denen von GEORGIEVA/GEROV(1975), PINTEA et al. (1977) und SCHWAB (1986) überein. Abweichend von PINTEA et al. (1977) finden die morphologischen Veränderungen zwischen dem 30. und dem 54. Tag p.n. nicht nur vorwiegend im Fundus ventriculi statt.

SCHWAB (1986) konnte Hauptzellen bereits ab dem 1. Tag p.n. klar differenzieren, bei PINTEA et al. (1977) war dies zwischen dem 5. und 10. Tag p.n. möglich. Bei der hier vorliegenden Untersuchung konnte bei den Ferkeln nach Fütterung mit Aufzuchtfutter (Gruppe 2) eine klare Abgrenzung der Hauptzellen ab dem 12. Tag p.n. erfolgen, bei den Ferkeln nach Fütterung mit Muttermilch (Gruppe 1) erst ab 19 Tagen p.n..

Die Gesamtzahl der Belegzellen ist niedriger als die der Hauptzellen nach PATT/PATT (1969), dieser Sachverhalt konnte bei den Ferkeln nicht bestätigt werden. Es handelt sich bei den Belegzellen in der Gruppe 2 um große Zellen, deren Zahl über die der Hauptzellen dominiert. Die Drüsenzellen der Eigendrüsen werden im Vergleich zu den Belegzellen ab dem 33. Lebenstag größer. In Gruppe 1 treten zwar Belegzellen in geringerer Anzahl als in Gruppe 2 auf, ihre Zahl dominiert aber ebenfalls über die der Hauptzellen. Hier könnte der Sachverhalt von CRANWELL/TITCHEN (1976) zutreffen, daß bei milchaufnehmenden Tieren durch Fermentation entstandenes Laktat die HCl-Sekretion hemmt. Zusätzlich ist zu beachten, daß milchsäugende Tiere eine geringere Pepsin-Aktivität haben, wie CRANWELL/TITCHEN (1976) bei ihren Untersuchungen fanden.

Nach BRAUDE et al. (1958) und LEWIS et al. (1957) ist zu beachten, daß die Pepsin-Aktivität in der ersten Woche p.n. stark ansteigt, in der 2. Lebenswoche ist nur eine leichte Zunahme zu verzeichnen und in den darauffolgenden Wochen steigt die Pepsin-Aktivität stark an. Dies stimmt mit den hier gefundenen morphologischen Ergebnissen überein. Es ist anzunehmen, daß bei den Ferkeln nach Fütterung mit Muttermilch (Gruppe 1) der Anstieg der Pepsin-Aktivität langsamer erfolgt.

Da in der Gruppe 1 in der Altersstufe zwischen 26 und 40 Tagen p.n. weniger Belegzellen als bei den Ferkeln nach Fütterung mit Aufzuchtfutter (Gruppe 2) anzutreffen sind, läßt dies auf eine geringere HCl-Produktion schließen, denn nach WITZEL et al. (1977) ist die Sekretmenge der Belegzellen von deren Anzahl in den Fundusdrüsen abhängig.

Bei Ferkeln nach Fütterung von Muttermilch (Gruppe 1) finden sich weniger Pylorusdrüsen als bei den Ferkeln nach Fütterung von Aufzuchtfutter (Gruppe 2), die Schleimproduktion ist hier sicherlich geringer. Einen ähnlichen Schluß erlaubt auch die früher sich entwickelnde Knäuelung und Verzweigung der Pylorusdrüsen in Gruppe 2.

Immunologisch assoziierte (I a positive) Zellen im Magenepithel der Pylorusdrüsenzzone finden sich in der Gruppe von Ferkeln nach Fütterung von Aufzuchtfutter ab dem 5. Tag p.n., in der Gruppe der Ferkel nach Fütterung von Muttermilch erst ab dem 19. Tag p.n.. Dies kann im Sinne von LIEBICH (1986) und LIEBICH/TEICHMANN (1985) als Induktion von immunologischen Vorgängen verstanden werden. Diese Zellen nehmen ein neues Antigen aus der Nahrung auf, erkennen es bei wiederholtem Kontakt und fungieren so als Rezeptoren. Sie induzieren eine erhöhte Mucosadurchblutung, eine Gastrin und Histamin Freisetzung und eine Aktivierung der schleimproduzierenden Deckepithelzellen. Eine erhöhte Schleimproduktion konnte in der vorliegenden Untersuchung quantitativ nicht ermittelt werden, es können aber andere Schleimzusammensetzungen beobachtet werden.

In allen Magenregionen treten bei Ferkeln nach Fütterung mit Aufzuchtfutter (Gruppe 2), v.a. im Zeitraum von 19 bis 40 Tagen p.n., mehr Lymphozyten als bei Ferkeln nach Fütterung mit Muttermilch auf.

Für diesen Sachverhalt gibt es mehrere Erklärungen. Bei den Lymphozyten kann es sich um physiologisch im Bindegewebe auftretende Lymphozyten handeln, oder sie können als immunologisch aktivierte Lymphozyten im Sinne von LIEBICH (1986) und LIEBICH/TEICHMANN (1985) angesehen werden, die auf die Magensekretion und -durchblutung regulierend wirken.

Die starke Azidophilie der Belegzellen in frühen Entwicklungsstadien, deutet auf viele Mitochondrien hin, da nach TONER et al. (1971) die Azidophilie der Parietalzellen durch die Mitochondrien verursacht wird.

Beim Vergleich der **Schlachtschweine** von Gruppe 3 kann beobachtet werden, daß in der Pars proventricularis in beiden Gruppen hyper- und parakeratotische Veränderungen festgestellt werden können. Eine stärkere mechanische Beanspruchung ist bei den Schlachtschweinen nach Fütterung einer Getreidemischung (Gruppe 3 a) sichtbar, hier findet sich keine mittlere Schicht. Das Stratum basale ist dichter strukturiert. In der Lamina propria mucosae finden sich zahlreiche, große Gefäße. Dagegen sind in der oberflächlichen und der mittleren Schicht bei den Schlachtschweinen nach Fütterung einer Kartoffel-Gerstenschrot-Proteinmischung (Gruppe 3 b) große Epithelzellen zu finden. Dies zeigt, daß in der Pars proventricularis der Schlachtschweine nach Fütterung einer Kartoffel-Gerstenschrot-Proteinmischung (Gruppe 3 b) anscheinend Zeit für eine gewisse Ausdifferenzierung der Zellen ist.

Bei den Schlachtschweinen nach Fütterung einer Getreidemischung (Gruppe 3 a) findet man mehr Belegzellen als Hauptzellen, dagegen entspricht bei den Schlachtschweinen nach Fütterung einer Kartoffel-Gerstenschrot-Proteinmischung (Gruppe 3 b) die Zahl der Belegzellen der der Hauptzellen. Im Vergleich sind die Belegzellen dieser Gruppe kleiner. Da nach WITZEL et al. (1977) dadurch auf die HCl-Produktion geschlossen werden kann, ist anzunehmen, daß bei den Schlachtschweinen nach Fütterung einer Getreidemischung (Gruppe 3 a) im Vergleich mehr HCl produziert wird.

Bei den Schlachtschweinen nach Fütterung einer Kartoffel-Gerstenschrot-Proteinmischung (Gruppe 3 b) finden sich viele immunologisch assoziierte Zellen im Epithelium mucosae, bei den Schlachtschweinen nach Fütterung einer Getreidemischung (Gruppe 3 a) liegen dagegen zahlreiche Lymphozyten in der Lamina propria mucosae. Nach MEURER (1987) kann dies bei den Schlachtschweinen nach Fütterung einer Kartoffel-Gerstenschrot-Proteinmischung als stärkere Beteiligung des Immunsystems an der Regulation der Magensekretion und somit als Schleimhautschutzmechanismus aufgefaßt werden. Denn immunologische Mechanismen begrenzten bei den Untersuchungen von MEURER (1987) die Ausbildung von Schleimhautläsionen.

Der Vergleich der Magenschleimhaut von Schlachtschweinen und von **Wildschweinen** zeigt, daß die Pars proventricularis der Wildschweine keine funktionsbedingten pathologischen Veränderungen aufweist. Eine gewisse mechanische Beanspruchung tritt aber dennoch auf, dies ist an der relativ dicken Lamina muscularis mucosae und am dicht gefügten Stratum basale sichtbar. Wie es zum Auftreten von Lymphozyten in der Schleimhaut der Pars proventricularis bei Wildschweinen kommt, ist möglicherweise so zu erklären, daß die Lymphozyten langsam mit anderen Zellen aus dem Stratum basale hochwachsen.

Bei den Schlachtschweinen liegen zahlreiche Lymphozyten intraepithelial und in der Lamina propria mucosae, bei den Wildschweinen sind Lymphozyten in großer Zahl im Magenepithel zu beobachten. Dies kann als Hinweis für einen großen Einfluß der immunologischen Regulation der Magenverdauung bei Wildschweinen sein, da nach LIEBICH (1986) diese Zellen regulierend auf die Magensekretion wirken.

Die flachen Foveolae gastricae in der Fundusdrüsenzzone der Wildschweine und die tiefen Eigendrüsen sind sicherlich auf die dauernde Nahrungsaufnahme zurückzuführen. Dadurch kommt es zu einer dauernden Sekretion von HCl, Pepsinogen und Schleim. Bei den Schlachtschweinen müssen plötzlich bei der Fütterung hohe HCl- und Pepsinogen-Produktionen durch eine hohe Schleimproduktion gepuffert werden.

Die Verteilung der Beleg- und Hauptzellen entspricht der von KONDO (1966) festgestellten. Belegzellen sind am häufigsten in den oberen Drüsenbereichen und nehmen nach unten ab, umgekehrt ist dies bei den Hauptzellen.

Nach PATT/PATT (1969) und SCHWAB (1986) sind Hauptzellen basophil und haben nur eine geringe Affinität zu Hämalaun-Eosin, wie SLOSS (1954) berichtete. In den vorliegenden Untersuchungen konnte bei Bouinfixation das Zytoplasma der Hauptzellen mit Hämalaun-Eosin basophil angefärbt werden.

Durch die Untersuchungen mittels **spezifischer Schleimfärbungen** an der gastralen Schleimhaut können keine Aussagen bzgl. der Quantität an Schleim gemacht werden, sondern nur qualitative Aussagen, zur Schleimzusammensetzung in der jeweiligen Untersuchungsgruppe. Schleimdicke und -kontinuität sind nach ALLEN et al. (1986) nur am unfixierten Präparat zu messen.

Oberflächliche Magenepithelzellen sind stets stärker durch PAS und Alzian Blau angefärbt, als die in den Foveolae gastricae gelegenen. Ebenso sind Drüsenzellen, die im Drüsenfundus liegen, stets stärker positiv als die oberflächlicher gelegenen. Dies kann als Bestätigung für die von WILLEMS et al. (1972) postulierte "progenitor cell area" gelten. In dieser Zone sollen undifferenzierte Zellen zwischen Drüsenhals und den basalen Anteilen der Magenrübchen liegen. Da das Zytoplasma dieser Zellen nach HELANDER (1981) nur wenige Sekretgranula und Mitochondrien enthält, läßt sich die geringe Anfärbbarkeit in diesem Bereich erklären.

Nach HELANDER (1981) soll diese Zone bei der Geburt in der basalen Hälfte der Eigendrüsen liegen und sich erst im Laufe der postnatalen Entwicklung in die eben beschriebene Position verlagern. Dieser Sachverhalt wird in den vorliegenden Untersuchungen nicht bestätigt. Diese These könnte allerdings erklären, daß bei den Ferkeln nach Fütterung mit Muttermilch (Gruppe 1) in der Pylorusdrüsenzzone die höher gelegenen Drüsenzellen auf Alzian Blau und PAS positiv reagieren, die unteren dagegen reagieren negativ. Im Laufe der postnatalen Entwicklung verhalten sich diese Pylorusdrüsenzellen in den Schleimfärbungen ebenso wie die oben beschriebenen Drüsenzellen.

In frühen Entwicklungsstadien findet man in allen Drüsenregionen identische Zelltypen mit stark unterschiedlicher Reaktion, während bei der einen Zelle nur Granula positiv sind, ist bei der anderen Zelle oft das gesamte Zytoplasma positiv. In späteren Entwicklungsstadien ist die Reaktion des jeweiligen Zelltyps einheitlich. Dieser Umstand ist sicherlich in Zusammenhang mit der postnatalen Reifung der einzelnen Magenregionen und der jeweiligen Drüsenzellen zu sehen.

Der Magenschleim und die Magenepithelzellen reagieren in allen Gruppen stark positiv, dies entspricht BLOOM/FAWCETT (1968). Es kann aber auch daraus gefolgert werden, daß die verwendeten Färbungen sehr unspezifisch sind.

Ein ähnliches Reaktionsmuster zeigen Nebenzellen der Eigendrüsen, Pylorus- und Kardiadrüsenzellen, wie auch BANKS (1974) feststellt. Nach HÖLLER (1970) sind die Kardiadrüsenzellen im Ausführungsgang PAS positiv, im Drüsenkörper PAS negativ, dies kann hier nicht bestätigt werden, eher trifft das Gegenteil zu.

Die Nebenzellen der Eigendrüsen sind, wie auch PATT/PATT (1969) feststellten, mit zahlreichen PAS positiven Granula gefüllt.

Nach SLOSS (1954) zeigen Hauptzellen keine Affinität zu Schleimfärbungen, bzw. sind PAS negativ. Dagegen fanden YASUDA et al. (1966), daß die Pepsinogengranula der Hauptzellen PAS positiv sind, dies konnte in den vorliegenden Untersuchungen bestätigt werden. Es ist denkbar, daß Alzian Blau und PAS an Membransysteme der Hauptzellen binden, wie dies bei den Lektinen der Fall ist.

GEORGIEVA/GEROV (1975) vermuten, daß PAS positive Hauptzellen am 1. Tag p.n. in der Fundusdrüsenzzone liegen, dies konnte nicht nachgewiesen werden.

Im Einklang mit GEORGIEVA/GEROV (1975) sind ab dem 20. Tag p.n. die Magenepithelzellen und die Nebenzellen stark PAS positiv. Ebenfalls sind die Hauptzellen in diesem Zeitraum negativ, werden dann aber ab dem 33. Lebenstag in beiden Gruppen positiv.

Die PAS Färbung reagiert bei Ferkeln nach Fütterung mit Aufzuchtfutter (Gruppe 2) schwächer als bei Ferkeln nach Fütterung mit Muttermilch (Gruppe 1), umgekehrt ist dies bei der Alzian Blau Färbung. Dieser Vergleich läßt ein unterschiedliches Reaktionsmuster der Magendrüsenzellen ableiten.

Bei der Untersuchung der Magenschleimhaut der **Schlachtschweine** (Gruppe 3) zeigen die schleimproduzierenden Zellen, Nebenzellen der Eigendrüsen, Kardial-, und Pylorusdrüsenzellen ein unterschiedlich, positives Verhalten zu den spezifischen Schleimfärbungen, dies ist sicherlich auch abhängig von verschiedenen physiologischen Einflüssen, wie Fütterungsration, Schlachtreiße, Fütterungszeiten, etc.

Hauptzellen der Schlachtschweine und **Wildschweine** (Gruppe 3 und 4) sind bei Alzian Blau stets positiv. Alzian Blau reagiert anscheinend unspezifischer auf gewisse Zellbestandteile der Hauptzellen.

Bemerkenswert ist, daß bei den Wildschweinen (Gruppe 4) die Magenepithelzellen die einzigen schleimproduzierenden Zellen sind, die in beiden Färbungen PAS und Alzian Blau binden. Nebenzellen, Kardial- und Pylorusdrüsenzellen reagieren negativ. Dies ist möglicherweise auf ein anderes Reaktionsmuster, präparatorische Einflüsse oder eine Pufferfunktion der Nebenzellen, Kardial- und Pylorusdrüsenzellen zurückzuführen. Diese Zellen werden etwa erst ab einer bestimmten Belastung des Magens stimuliert.

TONER et al. (1977) fanden in unreifen Belegzellen PAS positive Granula, an den untersuchten Proben konnte dies nicht beobachtet werden.

Die durchgeführten **morphometrischen Untersuchungen** an der gastralen Schleimhaut halten einer statistischen Prüfung nicht stand, andererseits wäre ein unverhältnismäßig hoher Aufwand nötig, um die Ergebnisse statistisch abzusichern. Die hier gemessenen und errechneten Werte sollen deshalb keine Absolutwerte darstellen, sondern lediglich Tendenzen erkennen lassen. Es wurden die Parameter Tiefe und Breite der Foveolae gastricae und Außendurchmesser der Magendrüsen in der jeweiligen Magenregion bestimmt.

Es ist die Tendenz zu erkennen, daß sich in allen untersuchten Magenregionen die gastrale Schleimhaut der Ferkel nach Fütterung von Aufzuchtfutter (Gruppe 2) stärker als die der Ferkel nach Fütterung von Muttermilch (Gruppe 1) entwickelte, mit Ausnahme der Tiefe der Foveolae gastricae in der Fundusdrüsenzzone und den Außendurchmessern der Pylorusdrüsen. Der Grund für die Abweichungen bei diesen beiden Parametern mag in den nicht zu vermeidenden statistischen Schwankungen, wie auch in den großen Schwankungen innerhalb der Magenregionen liegen.

So stellten PETROSYAN/SHUBIN (1976) starke Schwankungen bei Messungen der Foveolae gastricae der Kardiadrüsenzzone fest. Am Beginn der Kardiadrüsenzzone beträgt die Tiefe der Foveolae gastricae 112 μm , am Ende der Kardiadrüsenzzone aber 448 μm . Es gibt also auch große Schwankungen innerhalb einer bestimmten Magenregion.

Größere Foveolae gastricae und Außendurchmesser der Magendrüsen sind so zu interpretieren, daß dadurch eine größere Sekretionsoberfläche geschaffen wird. Es ist deshalb wahrscheinlich, daß in der Gruppe 2 mit einer höheren Magensekretion gerechnet werden kann.

Durch die Untersuchungen mittels **Lektinbindung** an die gastrale Schleimhaut können keine Aussagen über die Quantität an Schleim gemacht werden, sondern nur qualitative Aussagen, wie die Schleimzusammensetzung in der jeweiligen Zelle bzw. Drüse ist. Schleimdicke und -kontinuität sind nach ALLEN et al. (1986) nur am unfixierten Präparat meßbar.

Beim Vergleich mit der bisher veröffentlichten Literatur muß vorrausgeschickt werden, daß lediglich bei KUHLMANN/PESCHKE (1984) die Magenschleimhaut des Schweines untersucht wurde, sonst sind nur Ergebnisse von Mensch, Maus und Ratte bekannt. Vergleiche zwischen verschiedenen Spezies sind nur begrenzt zulässig, wie KUHLMANN/PESCHKE (1984) zeigen. So waren die Belegzellen bei der Ratte GS I positiv, beim Schwein dagegen negativ. Ebenso stellt KNOSPE (1983) fest, daß das Reaktionsmuster des Magenschleims speziesspezifisch ist, jedoch unspezifisch für die Drüse ist.

Bei den **Ferkeln nach Fütterung mit Muttermilch** (Gruppe 1) wurde keine Auswertung vorgenommen, da die Magenschleimhaut eine zu starke Eigenfluoreszenz aufwies. Dies ist auf die Art der Fixierung mittels Glutaraldehyd zurückzuführen.

Für die Einteilung der Fluoreszenz wurde das von KESSIMIAN et al. (1986) eingeführte subjektive Schema von - - +++ verwendet.

Es liegen Ergebnisse vom Menschen vor, bei KESSIMIAN et al. (1986) und bei FISCHER et al. (1984). Die Magenschleimhaut der Maus wurde von SATO/SPICER (1982) untersucht. Die meisten Befunde liegen von der Ratte vor, bei KATSUYAMA/SPICER (1978), SUGANUMA et al. (1981), SUZUKI et al. (1982), KUHLMANN/PESCHKE (1984), SUGANUMA et al. (1985) und bei MEURER (1987).

Es ist aber bereits hier darauf hinzuweisen, daß auch die in der Literatur gefundenen Ergebnisse nicht immer übereinstimmen.

Bei den vorliegenden Untersuchungen waren die oberflächlichen Magenepithelzellen stets stärker positiv, als die in den Foveolae gastricae gelegenen, ebenso war der oberflächliche Magenschleim stets stärker positiv als der in den Foveolae gastricae gelegene, die entspricht dem Ergebnis von SUZUKI et al. (1982), widerspricht aber dem Ergebnis von FISCHER et al. (1984), bei diesen Autoren ist es gerade umgekehrt.

Es kann mit Sicherheit angenommen werden, daß sich die Schleimzusammensetzung von Magenepithelzellen gegenüber der von Nebenzellen der Eigendrüsen, Kardial- und Pylorusdrüsenzellen unterscheidet. Der Schleim von Nebenzellen, Kardial- und Pylorusdrüsenzellen hat eine ähnliche Zusammensetzung. Der Schleim dieser Zellen unterscheidet sich aber auch von dem der Hauptzellen und Belegzellen. Bei diesen Zellen ist anzunehmen, daß die Lektine v.a. an Membransysteme gebunden werden, wie FISCHER et al. (1984) feststellten.

In frühen Entwicklungsstadien ist die Bindung von Lektinen an identische Zelltypen, bei **Ferkeln nach Fütterung von Aufzuchtfutter** (Gruppe 2), erst uneinheitlich, es werden z.T. nur Granula markiert, später wird dann die Zellpopulation einheitlich in der Lektinbindung. Dies ist zurückzuführen auf die zunehmende Ausreifung und zunehmende Schleimproduktion der Drüsenzellen.

Der Magenschleim und die Magenepithelzellen sind meist am 1. Tag p.n. positiv, dies ist in darauffolgenden Stadien nicht mehr oder erst später wieder der Fall. Als Erklärung ist eine gewisse Schleimproduktion, während der Embryonalzeit, denkbar.

Nebenzellen der Eigendrüsen, Pylorus- und Kardialdrüsenzellen sind meist positiv, nicht immer dagegen bei UEA II. Schwach positiv binden SBA und UEA I an Nebenzellen, UEA I an Kardialdrüsenzellen und SBA, UEA I und WGA an die Pylorusdrüsenzellen. An Pylorusdrüsenzellen binden BPA und GS I überhaupt nicht. Dies stimmt überein mit KATSUYAMA/SPICER (1978), SUZUKI et al. (1982), SUGANUMA et al. (1985) und FISCHER et al. (1986). Abweichend fanden die Autoren bei Kardial- und Pylorusdrüsenzellen eine starke Bindung von UEA I und WGA. An Nebenzellen war die Bindung von UEA I stark.

Ab dem 45. Tag p.n. sind Kardial-, Pylorusdrüsenzellen und Nebenzellen der Mageneigendrüsen stärker durch Lektine markiert. Dies kann durch eine größere Schleimproduktion und höhere Ausreifung dieser Zellen erklärt werden. Beim Vergleich mit den lichtmikroskopischen Ergebnissen fällt auf, daß die Nebenzellen, Kardial- und Pylorusdrüsenzellen im gleichen Zeitraum hochprismatisch werden. Die stärkere Bindung von Lektinen wird also durch eine höhere Schleimproduktion verursacht.

Hauptzellen waren bei den meisten Lektinen ab dem 33. Tag p.n. positiv. Die Bindung von MPA, UEA II, RCA I und II war nur schwach, WGA band überhaupt nicht an Hauptzellen. Um den 33. Tag p.n. muß ein struktureller Umbauvorgang an den Membranen der Hauptzellen vor sich gegangen sein. Hauptzellen waren bei FISCHER et al. (1986) bei Con A, PNA, RCA I und bei UEA I positiv. KATSUYAMA/SPICER (1978) fanden bzgl. Con A positive Hauptzellen. Bei SATO/SPICER (1982) sind Hauptzellen PNA positiv, hier bindet die luminale Oberfläche PNA. Dagegen sind bei MEURER (1987) Hauptzellen nur bei WGA positiv.

Belegzellen sind ab dem 33. Tag p.n. positiv, BPA, Con A, DBA und GS I binden nicht. Die Ergebnisse von FISCHER et al. (1986) stimmen hier nur teilweise überein, hier sind Belegzellen bei Con A, PNA, RCA I, UEA I und HPA positiv, WGA bindet nicht. Übereinstimmend mit KUHLMANN/PESCHKE (1984) sind die Belegzellen beim Schwein GS I negativ. SUGANUMA et al. (1985) unterstützen die Ergebnisse, sie fanden RCA I und HPA positive Belegzellen. Bei KATSUYAMA/SPICER (1978) sind die Belegzellen bei Con A nur schwach positiv. KESSIMIAN et al. (1986) fanden im Gegensatz zu den hier vorliegenden Befunden bei DBA positive Belegzellen, dagegen bei WGA und RCA I negative Belegzellen. Die hier aufgeführten Ergebnisse stimmen weitestgehend mit denen der Literatur überein, es zeichnen sich hier aber bereits speziesspezifische Unterschiede ab. Eine Abgrenzung der Lektinbindung von der Eigenfluoreszenz bei Belegzellen ist schwierig.

Magenschleim und Magenepithelzellen sind stets schwach positiv mit Ausnahme von BPA und UEA II, diese Lektine werden nicht gebunden. Dagegen sind bei FISCHER et al. (1986) die Magenepithelzellen bei Con A und PNA negativ. Ansonsten stimmen die Ergebnisse mit denen der anderen Autoren überein. Bei KUHLMANN/PESCHKE (1984) sind die Magenepithelzellen GS I negativ. Weiterhin reagieren bei MEURER (1987) die Magenepithelzellen unterschiedlich auf Lektine, so ist beispielsweise die Bindung von DBA im Corpus der Ratte negativ, im Antrum aber stark positiv, solch große Differenzen zwischen den Magenepithelzellen der einzelnen Magenregionen konnten bei den vorliegenden Untersuchungen nicht bestätigt werden.

Bei der Untersuchung der Lektinbindung an die gastrale Schleimhaut der **Schlachtschweine** konnte festgestellt werden, daß die Nebenzellen der Eingedrüsen Lektine gut binden, lediglich bei Schlachtschweinen nach Fütterung einer Getreidemischung (Gruppe 3 a) binden Con A und GS II nicht. Einige Lektine binden an Nebenzellen der Schlachtschweine nach Fütterung einer Kartoffel-Gerstenschrot-Proteinmischung (Gruppe 3 b) stärker. Bei FISCHER et al. (1986) binden Nebenzellen Con A, die übrigen Ergebnisse entsprechen sich. Bei MEURER (1987) bindet UEA II und bei KUHLMANN/PESCHKE (1984) bindet GS I nicht an Nebenzellen.

Bei den Kardial- und Pylorusdrüsenzellen binden Lektine gut, die Bindung ist aber sehr unterschiedlich. Dies ist wie auch bei anderen Ergebnissen auf unterschiedliche Schleimqualitäten zurückzuführen. Diese verschiedenen Schleimqualitäten können als Reaktionen auf die unterschiedlichen Fütterungen verstanden werden. Kardialdrüsenzellen binden bei Schlachtschweinen nach Fütterung einer Kartoffel-Gerstenschrot-Proteinmischung (Gruppe 3 b) Lektine schwächer. Es sind keine von der Literatur abweichenden Ergebnisse zu finden.

Magenepithelzellen und Magenschleim binden Lektine gut, mit Ausnahme von BPA, GS II und UEA II. Magenepithelzellen binden bei FISCHER et al. (1984) nicht Con A und PNA.

Hauptzellen sind bei allen Lektinen positiv, mit Ausnahme von UEA II. Bei FISCHER et al. (1986) sind diese bei HPA und WGA negativ. Bei KUHLMANN/PESCHKE (1984) sind Hauptzellen GS I negativ.

SUGANUMA et al. (1985) muß widersprochen werden, denn bei HPA handelt es sich nicht um einen spezifischen Marker von Nebenzellen.

Magenepithelzellen, Magenschleim, Nebenzellen und Hauptzellen verhalten sich bei **Wildschweinen** (Gruppe 4) ähnlich wie bei den Schlachtschweinen (Gruppe 3). Dagegen ist die Lektinbindung bei Kardial- und Pylorusdrüsenzellen intensiver mit Ausnahme von BPA und UEA II, hier ist keine oder nur eine geringe Bindung zu finden. Dieses Ergebnis steht in Gegensatz zu der PAS und Alzian Blau Färbung. Eine Erklärung für die negative Reaktion bei der PAS und Alzian Blau Färbung und eine eindeutig stärkere Bindung von Lektinen an diese schleimproduzierenden Zellen im Vergleich zu den Schlachtschweinen (Gruppe 3) konnte nicht gefunden werden.

Die Pars proventricularis der **Ferkel nach Fütterung mit Aufzuchtfutter** ist ab dem 33. Tag p.n. makroskopisch abzugrenzen, es wurden deshalb für die **elektronenmikroskopische Untersuchung** Proben entnommen.

In der Pars proventricularis ist, ab dem 45. Tag p.n., verbunden mit dem Absetzen und reiner Kraftfutteraufnahme, eine stärkere Anpassung an fest strukturierte Nahrung und somit an stärkere mechanische Beanspruchung sichtbar. So können in den Epithelzellen mehr Tonofilamente, Lymphozyten in der mittleren Schicht, Hyperkeratosen und veränderte Zellformen gefunden werden.

Abweichend von SPICER et al. (1978) haben die Granula der Magenepithelzellen kein "getüpfeltes" Aussehen. Die Granula sind elektronendurchlässig, vereinzelt treten zwar elektronendichte Zentren auf, die in Zusammenhang mit der Ausreifung der Granula gesehen werden müssen.

Übereinstimmend mit BANKS (1974) finden sich in allen Stadien auf den Magenepithelzellen Mikrovilli.

Wie ZALEWSKY/MOODY (1979) fanden, konnte ekkrine und holokrine Sekretion beobachtet werden.

Unreife Magenepithelzellen sind wie HELANDER (1981) und WATTEL et al. (1977 a, 1979) feststellten mit weniger Granula und mehr Tubuli ausgestattet. Zusätzlich werden mehr Mikrovilli, kleinere Granula mit einem oft elektronendichten Zentrum und ein großer Golgi Apparat festgestellt.

Bemerkenswert ist, daß ab dem 33. Tag p.n. zahlreiche immunologisch assoziierte Zellen im Magenepithel gefunden werden, dies unterstützt die Theorie von LIEBICH (1986) und LIEBICH/TEICHMANN (1985), von einer immunologischen Aktivierung dieser Zellen.

Kardia-, Pylorusdrüsenzellen und Nebenzellen der Eigendrüsen können bzgl. ihrer Ausreifung verglichen werden. Bei der Beurteilung der Reifung der Zelle tritt als Schwierigkeit auf, daß je nach Höhe, in der das Präparat geschnitten wurde, es in den Magendrüsen unterschiedliche Reifegrade des einzelnen Zelltyps gibt. Dies ist auch der Fall bei adulten Tieren, da Zellen aus der "progenitor cell area" nach WILLEMS et al. (1972), im Rahmen des Turn overs, Zellen in tieferen Bereichen ersetzen. Es konnten daher nur Schnitte verglichen werden, die in einer vergleichbaren Höhe getroffen wurden.

Die Ausreifung soll hier nur einmal diskutiert werden. Die unreifen Granula sind elektronendicht, reifere Granula sind elektronendurchlässig mit einem elektronendichten Zentrum, später sind die Granula vollkommen elektronendurchlässig, daneben treten noch kleine, elektronendichte Granula auf und schließlich sind die Granula vollkommen elektronendurchlässig. Bei Pylorus- und Kardiadrüsenzellen treten aber stets elektronendichte Granula auf.

Eine Korrelation zwischen der Zahl der Granula, Größe des apikalen Kompartiments und Größe des Golgi Apparates läßt sich bei Kardial-, Pylorusdrüsenzellen und Nebenzellen erkennen. Werden diese Zellen reifer, so wird der Golgi Apparat kleiner, die Zahl und die Größe der Granula nimmt zu und das apikale Kompartiment wird ausgebildet.

Zusätzlich besitzen unreife Zellen mehr Mikrovilli als ausgereifte Zellen, ein großes, endoplasmatisches Retikulum und sind kaum sekretorisch aktiv.

Unreife Kardiadrüsenzellen zeichnen sich bei den hier durchgeführten Untersuchungen aus, durch ein locker strukturiertes Zytoplasma, einige Mikrovilli, ein mäßig großes, endoplasmatisches Retikulum und durch einen großen Golgi Apparat.

Übereinstimmend mit HELANDER (1981) kann bei den Pylorusdrüsenzellen gesagt werden, daß unter den Granula der Pylorusdrüsenzellen stets ein großer Teil an elektronendichten Granula gefunden werden kann, so daß sich ein geflecktes Erscheinungsbild ergibt.

Die Nebenzellen besitzen größere Granula mit einer geringeren Dichte als die Magenepithelzellen, wie auch WATTEL et al. (1977 b) feststellten.

CORPRON (1966) und RUBIN et al. (1968) fanden, wie auch in den hier vorliegenden Befunden, daß unreife Nebenzellen kleine Schleimgranula und wenige Mitochondrien enthalten. Das glatte endoplasmatische Retikulum ist im Gegensatz zu diesen Autoren mäßig groß.

Die Entwicklung der Hauptzellen ist bis zum 33. Tag p.n. abgeschlossen. Die unreifen Hauptzellen entsprechen den von HELANDER (1981) beschriebenen. Typisch für diese Hauptzellen sind große Sekretgranula, elektronendichtes Zytoplasma, zahlreiche Mikrovilli, großes, rauhes endoplasmatisches Retikulum und wenige Mitochondrien.

Die unreifen Belegzellen entsprechen den bei HELANDER (1981) beschriebenen, es handelt sich um Zellen mit wenig rauhem endoplasmatischen Retikulum und wenigen Tubuli. Die Zahl der Mitochondrien ist bei den hier durchgeführten Untersuchungen allerdings schon in frühen Entwicklungsstadien hoch. Diese Zellen besitzen wenige Sekretkanalikuli. Sekretgranula, wie bei Helander (1981) ermittelt, konnten nicht festgestellt werden.

Bemerkenswert ist, daß sich Belegzellen auch in der Pylorusdrüsenzone finden, übereinstimmend mit HELANDER (1981) und zusätzlich auch in der Kardiadrüsenzone auftreten.

Weiterhin ist auffällig, daß die Belegzellen sich zunächst im Fundusdrüsenepithel befinden und erst später in ihrer typischen Lage, den Hauptzellen außen anliegend oder zwischen die Hauptzellen eingeschoben, zu finden sind. Es konnte nicht festgestellt werden, daß die Belegzellen durch andere Zellen getrennt sind, wie HELANDER (1981) beobachtete, dies tritt erst in späten postnatalen Entwicklungsstadien der Ferkel auf.

Abschließend soll noch darauf hingewiesen werden, daß HELANDER (1981) bereits zwischen unreifen Hauptzellen und Belegzellen im Rahmen der Ontogenese und unreifen Hauptzellen und Belegzellen im Rahmen des Turn overs differenziert. diese Unterschiede können hier ebenfalls bestätigt werden.

Die elektronenmikroskopischen Befunde der **Schlachtschweine** und der **Wildschweine** werden hier zusammengefaßt. da die morphologischen Charakteristika ähnlich sind.

In der Pars proventricularis der Schlachtschweine (Gruppe 3) tritt Parakeratose, nicht aber bei den Wildschweinen (Gruppe 4), auf. Die kutane Schleimhaut der Pars nonglandularis von Wildschweinen zeigt keine funktionsbedingten, pathologischen Veränderungen. Anscheinend ist bei den Schlachtschweinen (Gruppe 3) eine höhere Zahl Zellen zu ersetzen, die durch erhöhte Zellerneuerung kompensiert wird. Dies ist im Einklang mit den lichtmikroskopischen Befunden.

Intraepithelial treten bei den Schlachtschweinen nach Fütterung einer Kartoffel-Gerstenschrot-Proteinmischung (Gruppe 3 b) mehr immunologisch assoziierte Zellen auf, dies kann im Sinne von LIEBICH (1986), als eine stärkere Beteiligung des Immunsystems bei der Regulation der Magenfunktion verstanden werden.

Bemerkenswert sind die vielen Lymphozyten, die intraepithelial bei Schlachtschweinen in der Kardiadrüsenzzone liegen.

Die Magenepithelzellen entsprechen den in der Literatur beschriebenen Zellen. Im Gegensatz zu den Ferkeln enthalten die Granula stets ein kleines, elektronendichtes Zentrum, dies stimmt mit SPICER et al. (1978) überein.

Die Kardiadrüsenzellen der Schlachtschweine nach Fütterung einer Getreidemischung (Gruppe 3 a) sind kleiner, besitzen mehr Mikrovilli als die bei Schlachtschweinen nach Fütterung einer Kartoffel-Gerstenschrot-Proteinmischung, sowie einen kleineren Golgi Apparat und kleinere Mitochondrien.

Die Nebenzellen der Schlachtschweine nach Fütterung einer Kartoffel-Gerstenschrot-Proteinmischung (Gruppe 3 b) treten in größerer Anzahl auf, besitzen weniger Mikrovilli und einen kleineren Golgi Apparat, im Vergleich zu den Schlachtschweinen nach Fütterung einer Getreidemischung. Im Zytoplasma liegen vereinzelt Mitochondrien und elektronendurchlässigere Granula. Es handelt sich hier um ausgereifte Nebenzellen, wie auch CORPRON (1966) und RUBIN et al. (1968) feststellen.

Die Befunde an den Kardiadrüsenzellen und an den Nebenzellen lassen sich auf 2 verschiedene Weisen deuten. Einerseits ist es möglich, daß im Rahmen des Turn overs unterschiedliche Reifegrade in den verschiedenen Gruppen gefunden wurden. Nicht zu vernachlässigen ist auch der Aspekt, daß in den verschiedenen Gruppen, die unterschiedlichen schleimproduzierenden Zellen in verschiedener Weise stimuliert sind. Es wäre denkbar, daß bei Schlachtschweinen nach Fütterung einer Kartoffel-Gerstenschrot-Proteinmischung (Gruppe 3 b) die Nebenzellen und die Kardiadrüsenzellen aktiver sind, als bei den Schlachtschweinen nach Fütterung einer Getreidemischung (Gruppe 3 a). So würden die schleimproduzierenden Zellen entsprechend den Erfordernissen zur Sekretion stimuliert. Für diese These würde auch sprechen, daß die Pylorusdrüsenzellen der Schlachtschweine nach Fütterung einer Getreidemischung (Gruppe 3 a) kleiner und die Granula elektronendichter sind, als bei Schlachtschweinen nach Fütterung einer Kartoffel-Gerstenschrot-Proteinmischung.

In der Lamina propria mucosae des Fundus ventriculi finden sich, übereinstimmend mit SOLCIA et al. (1975), viele EC-Zellen.

Bei Wildschweinen (Gruppe 4) finden sich viele Mastzellen in der Lamina propria mucosae. Diese können nach LIEBICH (1986) an der Magensekretion regulierend wirken.

Abschließend kann gesagt werden, daß die Fütterung nur einen begrenzten Einfluß auf die Morphologie der Magenschleimhaut, mit Ausnahme der Pars proventricularis, hat. Je nach Belastung kann aber eine unterschiedliche Aktivierung der Schleimhautschutzmechanismen, wie Schleimproduktion, immunologische Regulation der Magenfunktion etc. festgestellt werden.

VI. Zusammenfassung

Die gastrale Schleimhaut von 18 Ferkeln, 6 Schlachtschweinen und 3 Wildschweinen wurde lichtmikroskopisch untersucht. Schleimhautproben von Pars proventricularis, Pars cardiaca, Fundus ventriculi und Pars pylorica wurden zusätzlich elektronenmikroskopisch untersucht. Die Tiere wurden in Gruppen, entsprechend ihrer Fütterung, eingeteilt. Ziel der vorliegenden Untersuchungen war es, den Einfluß unterschiedlicher Fütterungsrationen auf die postnatale Entwicklung und auf die Morphologie der Magenschleimhaut festzustellen. Weiterhin sollte der Einfluß der Fütterung auf die Lektinbindung und die Färbung mit PAS und Alzian Blau bei der Magenschleimhaut beobachtet werden.

Die Ergebnisse können zusammengefaßt werden:

1. In der Gruppe Ferkel nach Fütterung mit Aufzuchtfutter treten Hauptzellen und Belegzellen postnatal früher auf. Es finden sich mehr Lymphozyten als in der Gruppe Ferkel nach Fütterung mit Muttermilch. Es kann in dieser Gruppe auf eine geringere HCl und Pepsinogen Produktion geschlossen werden.
2. Die immunologische Stimulation der Magensekretion erfolgt in Gruppe Ferkel nach Fütterung mit Aufzuchtfutter früher, als in Gruppe Ferkel nach Fütterung mit Muttermilch.
3. In der Pars proventricularis, der Gruppe Schlachtschweine nach Fütterung einer Getreidemischung, ist eine stärkere mechanische Beanspruchung, als in Gruppe Schlachtschweine-Fütterung einer Kartoffel-Gerstenschrot-Proteinmischung, zu erkennen. In den anderen Magenregionen treten nur geringe morphologische Unterschiede auf.
4. Im Vergleich wirkt sich die mechanische Beanspruchung in der Pars non-glandularis der Wildschweine anders aus, als bei den Schlachtschweinen. Die Foveolae gastricae des Fundus ventriculi sind bei den Wildschweinen flacher.
5. Die oberflächlichen Magenepithelzellen sind bei der PAS Färbung, der Alzian Blau Färbung und der Lektinbindung in allen Gruppen stets stärker positiv, als die in den Foveolae gastricae gelegenen, gleiches gilt auch für die tiefen Drüsenzellen, diese sind stets stärker positiv als die oberflächlicher gelegenen.
6. In der postnatalen Entwicklung sind identische Drüsenzelltypen bei der PAS Färbung, der Alzian Blau Färbung und der Lektinbindung erst uneinheitlich markiert. Die Population des jeweiligen Zelltyps wird dann im Laufe der Ausreifung einheitlich markiert.

7. Magenepithelzellen und Magenschleim der Ferkel sind bei PAS und Alzian Blau stets stark positiv. Die Lektine binden an diese Strukturen schwach positiv, mit Ausnahme von BPA und UEA II, die negativ reagieren. Bei Schlachtschweinen und Wildschweinen binden BPA, GS II und UEA II nicht an Magenepithelzellen und Magenschleim.

8. Hauptzellen sind ab dem 33. Tag p.n. bei PAS und Lektinen, exkl. WGA, positiv. Es muß ein struktureller Umbauvorgang an den Membranen dieser Zellen vor sich gegangen sein. Ab dem 33. Tag p.n. ist auch die morphologische Differenzierung der Hauptzellen abgeschlossen.

9. Kardial-, Pylorusdrüsenzellen und Nebenzellen sind bzgl. ihrer Eigenschaften zu Lektinen, PAS und Alzian Blau verwandte Zellen. Sie sind in allen Färbungen positiv, mit graduellen Unterschieden. Eine Ausnahme bilden die Pylorusdrüsenzellen bei Ferkeln, hier binden BPA und GS I nicht. Ab dem 45. Tag p.n. ist die Bindung der Lektine an Kardial-, Pylorusdrüsenzellen und Nebenzellen intensiver.

Bei Schlachtschweinen binden in der Gruppe nach Fütterung einer Getreidemischung Con A und GS II nicht an Nebenzellen. In der Gruppe, Schlachtschweine nach Fütterung einer Kartoffel-Gerstenschrot-Proteinmischung, binden Lektine an Kardial-, Pylorusdrüsenzellen und Nebenzellen stärker als in der Gruppe Schlachtschweine nach Fütterung einer Getreidemischung.

10. Die Bindung von Lektinen an Kardial- und Pylorusdrüsenzellen bei Wildschweinen ist intensiver als bei Schlachtschweinen. Bei Wildschweinen sind die Magenepithelzellen, die einzigen schleimproduzierenden Zellen, die auf PAS und Alzian Blau positiv reagieren. Nebenzellen, Kardial- und Pylorusdrüsenzellen werden nicht gefärbt.

11. Es ist die Tendenz zu erkennen, daß sich die Größe der Foveolae gastricae und die Größe der Magendrüsen bei Ferkeln der Gruppe nach Fütterung mit Aufzuchtfutter stärker als bei Ferkeln nach Fütterung mit Muttermilch, entwickelt.

12. Ab dem 45. Tag p.n. ist die Pars proventricularis bei Ferkeln nach Fütterung mit Aufzuchtfutter an starke mechanische Beanspruchung angepaßt, so findet hier z.B. eine massive Tonofilamenteinlagerung in die Epithelzellen statt.

Die vorliegenden Ergebnisse zeigen, daß die Fütterung auf die gastrale Schleimhaut von Schweinen in verschiedener Weise Einfluß nimmt. So kann ein Einfluß auf die Schleimproduktion, die postnatale Ausreifung und Größenentwicklung, die immunologische Stimulation der Magensekretion und die Morphologie der Magenschleimhaut beim Schwein festgestellt werden.

VIII. Summary

Influence of feeding in the postnatal development of the structure of the gastric mucosa from the domestic pig (*Sus scrofa domestica*) and from the wild boar (*Sus scrofa*)

The gastric mucosa of 18 piglets, 6 slaughtered pigs and 3 wild boars was examined by light microscopy. Samples of gastric mucosa from Pars proventricularis, Pars cardiaca, Fundus ventriculi and Pars pylorica were additionally examined by electron-microscopy. The animals were divided into groups according to their feeding. The aim of the investigations was to study the influence of different feeding rations on the postnatal development and the morphology of the gastric mucosa. Furthermore the influence of feeding on the lectin binding to gastric mucosa and the staining with PAS and alcian blue was investigated.

The results can be summarized as follows:

1. In the group of piglets, which were fed rearing diet chief cells and parietal cells occur earlier in postnatal development. More lymphocytes could be found in this group than in the group of piglets, which were fed mother's milk. The rearing diet group showed a lower HCl and pepsinogen production.
2. The immunologic stimulation of gastric secretion took place earlier in the group of piglets which were fed rearing diet than in the group of piglets, which were fed mother's milk.
3. In the Pars proventricularis of the group of slaughtered pigs, which were fed a cereal-mixture was seen a higher effect of mechanical action than in the group of slaughtered pigs, which were fed a potato-bruised barley-protein-mixture. In the other gastric regions appeared only slight morphologic differences.
4. In comparison, the effect of mechanical action to the Pars proventricularis of the wild boar was of an other kind, than that of the slaughtered pigs. The Foveolae gastricae in the Fundus ventriculi of the wild boars were shorter.
5. The superficial surface mucus cells through staining with PAS and alcian blue and lectin binding showed a stronger positive reaction, than those of the Foveolae gastricae. The same was valid in the deeper gland cells. Those cells are always stronger positive than the superficial gland cells.
6. During postnatal development lectin binding, PAS and alcian blue did not mark identical gland cell types at first uniformly. The population of the respective cell type reacts, later in the maturation, uniformly.

7. Surface mucus cells and gastric mucus of piglets were in the staining with PAS and alcian blue always intensively positive. The lectins showed to these structures a weakly binding, exclusively BPA and UEA II. which were negative. BPA, GS II and UEA II did not bind to the surface mucus cells and the gastric mucus of slaughtered pigs and wild boars.

8. Chief cells after the 33 rd day of birth were positively marked by PAS and lectins, exclusively of WGA. There must be a structural change at the membranes of these cells. After the 33 rd day of birth the morphologic differentiation of chief cells was secluded.

9. Mucus neck cells, cardiac and pyloric gland cells are related cells with regard to their properties to lectins, PAS and alcian blue. There was a positive binding with gradual differences to all stainings. An exception were the mucus neck cells of piglets, which did not bind to BPA and GS I. After the 45 th day of birth the lectin binding to mucus neck cells, cardiac and pyloric gland cells was more intensive.

In the group of slaughtered pigs, which were fed a cereal-mixture was no binding of Con A and GS II to mucus neck cells. In the group of slaughtered pigs, which were fed a potato-bruised barley-protein-mixture the lectin binding to mucus neck cells, cardiac and pyloric gland cells was stronger in comparison to the same cells in the group of slaughtered pigs, which were fed a cereal-mixture.

10. The binding of lectins to cardiac and pyloric gland cells of wild boars was more intensive than to those cells of slaughtered pigs. The surface mucus cells of wild boars were the only mucus-producing cells, which are positive in the PAS and alcian blue staining. Mucus neck cells, cardiac and pyloric gland cells were not stained.

11. A trend was seen, that in the group of piglets, which were fed rearing diet, the development of size of the Foveolae gastricae and the size of the gastric glands was more intensive than in the group of piglets, which were fed mother's milk.

12. After the 45 th day of birth the Pars proventricularis of piglets, which were fed rearing diet was adapted to a higher mechanical action, i.e. a massive storing of tonofilaments in the epithelial cells could be seen.

The present results show, that feeding has an influence on the gastric mucosa of pigs in different ways. An influence on production of mucus, on the postnatal development and evolution of size, on the immunologic stimulation of gastric secretion and on the morphology of gastric mucosa of the pig could be ascertained.

VIII. Literaturverzeichnis

- ALLEN, A., 1979: Mucus and mucosal defence.
In: Peptic Ulcer Disease: An Uptake. 63 - 76
Biomedical Information Corporation, New York
- ALLEN, A., 1981: Structure and function of gastrointestinal mucus.
In: Physiology of the gastrointestinal tract, 617 - 639,
Ed.: L.R. Johnson, Raven Press, New York
- ALLEN, A., A. BELL, S. McQUEEN, 1984: Mucus and mucosal protection.
In: Mechanisms of mucosal protection in the upper gastrointestinal tract.
Ed.: A. Allen et al., Raven Press, New York, 195 - 202
- ALLEN, A., D.A. HUTTON, A.J. LEONARD, J.P. PEARSON, L.A. SELLER, 1986:
The role of mucus in the protection in the gastrointestinal mucosa.
Scand. J. Gastroent. 21, Suppl. 125, 71 - 77
- ALLISON, R.T., 1987: The effects of various fixatives on subsequent lectin binding to tissue sections.
J. Histochem. 19, 65 - 74
- AREY, L.B., 1965: Developmental Anatomy.
W.B. Saunders, Philadelphia, London
- BANKS, W.J., 1974: Applied Veterinary Histology.
Williams + Wilkins, Baltimore, London
- BLOOM, W., D.W. FAWCETT, 1968: A Textbook of Histology.
W.B. Saunders, Philadelphia, London, Toronto
- BOLNOT, A., H. COMBRISSE, 1984: La barrière gastrique.
Rec. Med. Vet. 160, 707 - 720
- BRASITUS, T.A., J.P. GOLDFARB, K.C. HSU, M. TANNENBAUM, 1982:
Characterization of rat colonic cell surface glycoconjugates by fluorescent lectins. Importance of fixation techniques.
Histochem. 76, 197 - 209
- BRAUDE, R., A.M. DOLLAR, K.G. MITCHEL, J.W.G. PORTER, D.M. WALKER, 1958: Proteolytic enzymes and the clotting of milk in the stomach of the young pig.
Proceedings of the Nutritional Society 17, xii/xlix
- BUSSOLATI, G., A.G.E. PEARSE, 1970: Immunofluorescent localisation of the gastrin-secreting G-cells in the pyloric antrum of the pig.
Histochem. 21, 1 - 4
- CAPELLA, C., E. SOLCIA, 1972: The endocrine cells of the pig gastrointestinal mucosa and pancreas.
Arch. Histol. Jap. 35, 1 - 29

- CAPELLA, C., E. SOLCIA, K.C. SNELL, 1973: Ultrastructure of endocrine cells and argyrophil carcinoids of the stomach of praeomys (*Mastomys*) natalensis.
J. Nat. Cancer Inst. 50, 1471 - 1485
- CASTLES, L.A., J. TERBLANCHE, R. VAN. HOORN-HECKMAN, A.I. VINIK. 1978: Peptic ulcer and gastrin in pigs.
Aust. Nz. J. Surg. 48, 214 - 219
- CASTRUP, H.J., K. FUCHS, U. SCHILLER, 1973: Zur Zellerneuerung der menschlichen Magenschleimhaut.
Res. Exp. Med. 162, 311 - 320
- CHENG, H., C.P. LEBLOND, 1974: Origin, differentiation and renewal of the four main epithelial cell types in the mouse small intestine.
Am. J. Anat. 141, 461 - 480
- COMLINE, R.S., H.E. ROBERTS, D.A. TITCHEN. 1951: Histological changes in the epithelium of the small intestine during protein absorption in the newborn animal.
Nature 168, 84 - 85
- CORPRON, R.E., 1966: The ultrastructure of the gastric mucosa in normal and hypophysectomized rats.
Am. J. Anat. 118, 53 - 90
- CRANWELL, P.D., D.E. NOAKES, K.J. HILL. 1976: Gastric secretion and fermentation in the suckling pig.
Br. J. Nutr. 36, 71 - 86
- CRANWELL, P.D., D.A. TITCHEN, 1974: Gastric acid secretion in newly born piglets.
Res. Vet. Sci. 16, 105 - 107
- CRANWELL, P.D., D.A. TITCHEN, 1976: Gastric secretion in the young pig.
Proceedings of the Nutritional Society 35, 28 A
- DELLMANN, H.D., 1971: Veterinary Histology.
Lea + Febiger, Philadelphia
- DEVERY, R.A., P.B. COLLINS, A.H. JOHNSON, R.G.K. WATSON, 1983:
A comparison of lysosomal acid hydrolase activities in human gastric antrum and in different regions of the porcine stomach.
Comp. Biochem. Physiol. 76, 549 - 553
- DULANEY, J.T., 1979: Binding interactions of glycoproteins with lectins.
Mol. Cell. Biochem. 21, 43 - 62
- DVORKIN, I.B., 1983: Morphometric study of the gastric mucus membran of pigs with ulcerative gastritis and its complications.
Referativnyi Zhurnal 82, Veterinariya No. 10, 17
- EKBLAD, M., M. RUTTEN, T. MACHEN, 1977: Histamin, cyclic AMP and ion transport in piglet gastric mucosa.
Federation Proceedings 36, 455

- ELLENBERGER, W., S. VON SCHUMACHER, 1914: Grundriß der vergleichenden Histologie der Haussäugetiere.
Paul Parey, Berlin
- ENERBÄCK, L., 1966: Mast cells in rat gastrointestinal mucosa.
Acta Pathol. Microbiol. Scand. 55, 289 - 322
- FISCHER J., R.J. KLEIN, M. VIERBUCHEN, B. SKUTTA, G. UHLENBRUCK, R. FISCHER. 1984: Characterization of glycoconjugates of human gastrointestinal mucosa by lectins.
J. Histochem. Cytochem. 32, 681 - 689
- FORSSMANN, W.G., 1970: Ultrastructure of hormone-producing cells of the upper gastrointestinal tract.
In: Origin, chemistry, physiology and pathophysiology of the gastrointestinal tract.
Ed.: W. Creutzfeldt, Schattauer-Verlag, Stuttgart, 31 - 70
- FORSSMANN, W.G., G.E. FEURLE, N. YANAIHARA, V. HELMSTAEDTER, J. GLOTZER, M. BÜCHLER, J. GRUNBERG, T. TISCHBIRK, S. ITO, L.M. LICHTENBERGER, 1980:
Ultrastructure and immunohistochemistry of gastrin-cells.
Biomed. Res. 1 Suppl., 54 - 66
- FORSSMANN, W.G., V. HELMSTAEDTER, J. METZ, G. MÜHLMANN, G.E. FEURLE, 1978: Immunohistochemistry and ultrastructure of somatostatin cells with special reference to the gastro-entero-pancreatic system.
Metabolism 27, Suppl. 1, 1179 - 1191
- FORSSMANN, W.G., L. ORCI, 1969: Ultrastructure and secretory cycle of the gastrin producing cell.
Z. Zellforsch. 101, 419 - 432
- FORTE, T.M., T.E. MACHEN, J.G. FORTE, 1975: Ultrastructural and physiological changes in piglet oxyntic cells during histamin stimulation and metabolic inhibition.
Gastroenterol. 69, 1208 - 1222
- FORTE, T.M., T.E. MACHEN, J.G. FORTE, 1977: Ultrastructural changes in oxyntic cells associated with secretory function: a membrane-recycling hypothesis.
Gastroenterol. 73, 941 - 955
- GARNER, A., G. FLEMSTRÖM, A. ALLEN, 1983: Gastroduodenal alkaline and mucus secretion.
Scand. J. Gastroent. 18, Suppl. 87, 25 - 41
- GEORGIEVA, R., K. GEROV. 1975: The morphological and functional differentiation of the alimentary canal of the pig during ontogeny. I. Development and differentiation of the fundic portion of the stomach.
Anat. Anz. 137, 12 - 15

- GERARD, A., R. LEV, B.J. GLASS, 1967: Histochemical study of the mucosubstances in the canine stomach.
Am. J. Dig. Dis. 12, 891 - 912
- GERARD, A., R. LEV, B.J. GLASS, 1968: Histochemical study of the mucosubstances in the canine stomach.
Lab. Invest. 19, 29 - 39
- GIRAUD, A., A.-C. JÖNSSON, G.J. DOCKRAY, 1984: Proenkephalic gene derived peptides in the porcine stomach: cellular distribution and molecular forms.
Peptides (Fayetteville) 5, 757 - 763
- GOLDSTEIN, I.J., 1981: Lectins: an overview.
In: Biotechs. E.Y. Laboratories, San Mateo, USA
- GRAU, H., P. WALTER, 1967: Grundriß der Histologie und vergleichenden mikroskopischen Anatomie der Haussäugetiere.
Paul Parey, Berlin, Hamburg
- GRUBE, D., 1976: Die endokrinen Zellen des Magendarmepithels und der Stoffwechsel der biogenen Amine im Magendarmtrakt.
Gustav Fischer Verlag, Stuttgart
- GRUBE, D., 1982: Die endokrinen Zellen des Verdauungsapparates.
Klin. Wochenschr. 60, 213 - 227
- GRUBE, D., E. WEBER, 1979: Corticotropin-lipotropin related peptides in the GEP- endocrine system of rat, dog and man.
In: Gut peptides
Ed.: A. Miyoshi, Kodansha, Tokio, 249 - 257
- GUTH, P.H., K. BALLARD, 1981: Physiology of the gastric circulation.
In: Physiology of the gastrointestinal tract.
Ed.: L.R. Johnson, Raven Press, New York, 709 - 732
- GUTH, P.H., A. ROSENBERG, 1972: In vivo microscopy of the gastric microcirculation
Dig. Dis. 17, 391 - 398
- HÄNICHEN, T., 1975: Stomach ulcers in swine.
Tierärztl. Praxis 3, 191 - 197
- HAKANSON, R., B. LILJA, C. OWMAN, 1969: Cellular localization of histamine in the developing rat.
Histochem. 18, 74 - 86
- HAKANSON, R., C. OWMAN, N.O. SJÖBERG, 1967: Cellular stores of gastric histamine in the developing rat.
Life Sci. 6, 2535 - 2543
- HAKANSON, R., C. OWMAN, N.O. SJÖBERG, B. SPORRONG, 1970: Amine mechanisms in enterochromaffin and enterochromaffine-like cells of gastric mucosa in various mammals.
Histochem. 21, 189 - 220

- HALARIS, A.E., 1971: Ultrastructural changes in the gastric mucosa after truncal vagotomy.
Europ. Surg. Res. 3, 13 - 27
- HATTORI, T., 1974: On cell proliferation and differentiation of the fundic mucosa of the golden hamster.
Cell Tissue Res. 148, 213 - 226
- HELANDER, H.F., 1976: Stereological changes in rat parietal cells after vagotomy and antrectomy.
Gastroenterol. 71, 1010 - 1018
- HELANDER, H.F., 1978: Quantative ultrastructural studies on rat gastric zymogen cells under different physiological und experimental conditions.
Cell Tiss. Res. 189, 287 - 303
- HELANDER, H.F., 1981: The cells of the gastric mucosa.
Int. Rev. Cytol. 70, 217 - 289
- HELANDER, H.F., T. OLIVECRONA, 1970: Lipolysis and lipid absorption in the stomach of the suckling rat.
Gastroenterol. 59, 22 - 35
- HOEDEMAKER, P.J., J. ABELS, J.J. WACHTERS, A. ARENDS, H.O. NIEWEG, 1966: Further investigations about the site of production of Castles' gastric intrinsic factor.
Lab. Invest. 15, 1163 - 1173
- HÖLLER, H., 1969: Gland secretion of the cardiac region of the porcine stomach.
Proc. 1 st Congr. Int. Pig Vet. Soc. Cambridge, 72
- HÖLLER, H., 1970: The secretory activities and secretions of the cardiac gland region of the porcine stomach.
Zbl. Vet. Med. 17 a, 685 - 711
- HOFFMANN, G., 1961: Histologischer Kurs, Teil II.
Gustav Fischer Verlag, Jena
- ITO, S., 1967 a: Anatomic structure of the gastric mucosa.
In: Handbook of Physiology, Vol. II
Ed.: C.F. Code, American Physiological Society, Washington, 705 - 741
- ITO, S., 1967 b: The fine structure of the gastric mucosa.
In: Gastric secretion, Mechanisms and Control.
Ed.: T.K. Schnittka, J.A.L. Gilbert, R.C. Harrison, Pergamon Press, Oxford, 3 - 24
- ITO, S., G.C. SCHOFIELD, 1974: Studies on the deletion and accumulation of microvilli and changes in the tubulovesikular compartment of mouse parietal cells in relation to gastric acid secretion.
J. Cell Biol. 63, 364 - 382

- ITO, S., G.C. SCHOFIELD, 1978: Ultrastructural changes in mouse parietal cells after high H^+ -secretion.
Acta Physiol. Special Suppl. 25, 25 - 34
- JOHNSON, P., K.D. RAINSFORD, 1972: The physical properties of mucus: preliminary observations on the sedimentation behavior of porcine gastric mucus.
Biochimica et Biophysica Acta 286, 72 - 78
- JOHNSON, F.R., B.A. YOUNG, 1968: Undifferentiated cells in gastric mucosa.
J. Anat. (London) 102, 541 - 551
- KAKU, H., 1966: Dynamic analysis of the stomach epithelium- 3H -thymidin autoradiographic study.
Arch. Histol. Jpn. 27, 223 - 246
- KATSUYAMA, T., S.S. SPICER, 1978: Histochemical differentiation of complex carbohydrates with variants of the Concanavalin A-Horseradish-Peroxidase method.
J. Histochem. Cytochem. 26, 233 - 250
- KESSIMIAN, N., D.J. LANGNER, P.N. McMILLAN, J.O. JAUREGUI, 1986: Lectin binding to parietal cells of human gastric mucosa.
J. Histochem. Cytochem. 34, 237 - 243
- KIRCHGESSNER, M., F.X. ROTH, W. BOLLWAHN, K. HEINRITZI, 1985: Mastleistung Nährstoffverdaulichkeit und Magenschleimhautveränderungen von Schweinen bei unterschiedlicher Futterstruktur.
Zbl. Vet. Med. A 32, 641 - 661
- KNOSPE, C., 1983: Der Magenschleim der Haussäugetiere.
Z. mikrosk.-anat. Forsch. 97, 829 - 848
- KNOSPE, C., A. TANYOLAC, 1982: Histochemical studie on the gastric mucosa of some domestic mammals.
Anatomia, Histologia, Embryologia 11, 361
- KOCOUREK, J., V. HOREJSI, 1983: A note of the recurrent discussion of definition of the term "lectin".
In: Lectins, biology, biochemistry, clinical biochemistry
Ed.: T.C. Bog-Hansen, G.A. Spengler,
de Gruyter, New York, Vol. 3, 3 - 6
- KONDO, J., 1966: The functional morphological studies on the fundic glands.
Tohoku J. agric. Res. 17, 65 - 79, 161 - 177
- KRAMER, M.F., J.J. GEUZE, 1977: Glycoprotein transport in the surface mucous cells of the rat stomach.
J. Cell. Biol. 73, 533 - 547
- KRÖLLING, O., H. GRAU, 1960: Lehrbuch der Histologie und vergleichenden mikroskopischen Anatomie der Haussäugetiere.
Paul Parey, Berlin, Hamburg

- KRUININGEN VAN, H.J., L.D. WOJAN, P.E. STAKE, P.F. LORD, 1987: The influence of diet and feeding frequency on gastric function in the dog. *J. Americ. Animal Hosp. Assoc.* 23, 145 - 153
- KUHLMANN, W.D., P. PESCHKE, 1984: Comparative study of procedure for histological detection of lectin binding by use of Griffonia simplicifolia agglutinin I and gastrointestinal of the rat. *Histochem.* 81, 265 - 272
- KUSOMOTO, Y., T. IWANAGA, S. ITO, T. FUJITA, 1979: Juxtaposition of somatostatin cell and parietal cell in the dog stomach. *Arch. Histol. Jpn.* 42, 459 - 465
- LAMBERT, R., F. MARTIN, C. ANDRE, C. DESCOS, G. VOULLIN, 1968: Apical localization of glycoprotein in gastric mucous cells. *Am. J. Dig. Dis.* 13, 941 - 951
- LARKIN, H.A., J. HANNAN, 1983: Gastric structure and function in iron-deficient piglets. *Research in Veterinary Science* 34, 11 - 15
- LEHY, T., G. WILLEMS, 1976: Population kinetics of antral gastrin cells in the mouse. *Gastroenterol.* 71, 614 - 619
- DE LEMOS, C., 1977: The ultrastructure of endocrine cells in the corpus of the stomach of human fetuses. *Am. J. Anat.* 148, 359 - 384
- LEVINE, J.J., P.K. NAKANE, R.H. ALLEN, 1980: Immunocytochemical localization of human intrinsic factors. *Gastroenterol.* 79, 493 - 502
- LEWIS, C.J., P.A. HARTMANN, C.H. LIU, R.O. BAKER, D.V. CATRON, 1957: Digestive enzymes of the baby pig. *J. agr. Food Chem.* 5, 687 - 690
- LICK, R.F., A. HALARIS, D. BALSER, W. HART, J. KLEMPA, 1968: Zur Ultrastruktur der Schleimhautinnervation des Magens. *Z. Gastroenterol.* 6, 342 - 347
- LIEBICH, H.G., 1985: Funktionelle Morphologie der Magensekretion. *Tierärztl. Praxis* 13, 455 - 469
- LIEBICH, H.G., 1986: Immunzelluläre Regulation der Magensaftsekretion. *Berl.-Münch.-Tierärztl. Wschr.* 99, 208 - 214
- LIEBICH, H.G., R. TEICHMANN, 1985: The pyloric antrum as a receptor field for the immunological stimulation of stomach function. In: Bericht des 16. Kongresses der Deutschen Veterinärmedizinischen Gesellschaft. 17 - 20. April 1985, Bad Nauheim, 334 - 340
- LIENER, I.E., N. SHARON, I.J. GOLDSTEIN, 1986: The lectins: properties, functions and applications in biology and medicine. Academic Press, New York

- LILLIBRIDGE, C.B., 1964: The fine structure of normal human gastric mucosa.
Gastroenterol. 47, 269 - 290
- MADGE, D., 1975: The mammalian alimentary system.
Edward Arnold, London
- MATSUYAMA, M., H. SUZUKI, 1970: Differentiation of immature mucous cells into parietal, argyrophil and chief cells in stomach grafts.
Science 169, 385 - 387
- MCGUIGAN, J.E., 1968: Gastric mucosal intracellular localization of gastrin by immunofluorescence.
Gastroenterol. 55, 315 - 327
- MERRITT, A.M., 1976: Effect of gastrin on gastric acid/pepsin and pancreatic HCO₃/trypsin outputs in conscious pigs.
Federation Proceedings 35, 217
- MERSEREAU, W.A., E.J. HINCHEY, 1982: Role of mucosal folds in formation of focal ulcers in the rat.
Surgery 91, 150 - 155
- MEURER, K., 1987: Morphologische Untersuchungen an der gastralen Schleimhaut der Ratte nach immunologischer Stimulation.
Vet. med. Diss., Universität München
- MITSCHKE, H., 1977: Funktionelle Pathomorphologie des gastrointestinalen endokrinen Zellsystems.
Veröffentl. Pathol. 104, 1 - 203
- MOON, H.W., 1971: Epithelial cell migration in the alimentary mucosa of the suckling pig.
Proc. Soc. Exp. Biol. Med. 137, 151 - 154
- NICKEL, R., A. SCHUMMER, E. SEIFERLE, 1987: Lehrbuch der Anatomie der Haustiere. Vol. II Eingeweide.
Paul Parey, Berlin, Hamburg
- NOAKES, D.E., P.D. CRANWELL, K.J. HILL, 1968: Studies on gastric secretion in the pig.
Proc. of the Nutr. Soc. 27, 2 A - 3 A
- PATT, D.J., G.R. PATT, 1969: Comparative vertebrate histology.
Harper and Row, New York, Evanston, London, 180 - 188
- PETROSYAN, F.R., V.A. SHUBIN, 1976: Histological and histochemical characteristics of the mucosa of the oesophageal and cardiac regions of the porcine stomach.
Soviet Agriculture Sciences 2, 40 - 42
- PFEIFFER, C.J., 1970 a: Gastric surface morphology in man, monkey and ferret.
Exp. Mol. Pathol. 13, 319 - 328

- PFEIFFER, C.J., 1970 b: Surface topology of the stomach in man and the laboratory ferret.
J. Ultrastruct. Res. 33, 252 - 262
- PINTEA, V., S. BOTARD, E. TOMESCU, 1977: Histological and histochemical study of gastric mucosa in early postnatal development in the piglet. Lucran Stintifice Institutul Agronomic, Timisoara: Sectia Medicina Veterinaria 14, 65 - 67
- PLENK, H., 1932: Der Magen.
In: Handbuch der mikroskopischen Anatomie des Menschen. Vol. V : 2
Ed.: W. v. Möllendorff, Springer-Verlag, Berlin, 1 - 234
- RAGINS, H., M. DITTBRENNER, J. DIAZ, 1964: Comparative histochemistry of the gastric mucosa: a survey of the common laboratory animals and man.
Anat. Rec. 150, 179 - 194
- RAGINS, H., S.M. WINCZE, S.M. LIU, M. DITTBRENNER, 1968: The origin and survival of gastric parietal cells in the mouse.
Anat. Rec. 162, 99 - 110
- REHFELD, J.F., 1979: Gastrointestinal hormones.
Internat. Rev. Physiol. 19, 291 - 321
- RITCHIE, W.P., 1977: Acute gastric mucosal damage induced by bile salts, acid and ischemia.
Gastroenterol. 68, 699
- RITTMAN, B.R., I.C. MACKENZIE, 1983: Effects of histological processing on lectin binding patterns in oral mucosa and skin.
Histochem. J. 15, 467 - 474
- ROTH, J., 1978: The lectins: molecular probes in cell biology and membrane research.
Fischer-Verlag, Jena
- ROY, M.K., 1974: Some observations on the fundic glands of the stomach of *Sus scrofa domestica* L., with special reference to the fine structure of the chief and parietal cells.
Indian J. Anim. Sci. 44, 869 - 875
- RUBIN, W., L.L. ROSS, M.H. SLEISINGER, G.H. JEFFRIES, 1968: The normal human gastric epithelia.
Lab. Invest. 19, 598 - 626
- RUBIN, W., B. SCHWARTZ, 1979: Electron microscopic radioautographic identification of the ECL-cell as the histamine-synthesizing endocrine cell in the rat stomach.
Gastroenterol. 77, 458 - 467
- SACCOMANI, G., H.F. HELANDER, S. CRAGO, H.H. CHANG, D.W. DAILEY, G. SACHS, 1979: Characterization of gastric mucosal membranes.
J. Cell Biol. 83, 271 - 283

- SASAGAWA, T., S. KOBAYASHI, T. FUJITA, 1973: Electron microscopic studies on the endocrine cells of the human gut and the pancreas. In: Gastro-Entero-Pancreatic Endocrine System. Ed.: T. Fujita, Igaku Shoin, Tokio. 17 - 38
- SASAKI, H., B. RUBALCAVA, C.B. SRIKANT, D. BAETENS, L. ORCI, R.H. UNGER, 1974: Gut glucanoid (GLI) and gut glucagon. In: Gastrointestinal hormones. Ed.: J.C. Thompson, Univ. of Texas Press, Austin. 519 - 528
- SATO, A., S.S. SPICER, 1982: Ultrastructural visualization of galactosyl residues in various alimentary epithelial cells with Peanut Lectin horseradish peroxidase procedure. Histochem. 73, 607 - 627
- SCHICKETANZ, W., 1967: Special features of gastric digestion in pigs. Wiss. Z. Karl-Marx-Univ., Leipzig 16, 335 - 336
- SCHIESSEL, R., 1982: Protektive Mechanismen der Magen- und Duodenalschleimhaut und ihre Beziehung zur akuten Läsion. In: Ulkustherapie. Ed.: Blum/Siewert. Springer-Verlag, Berlin. 85 - 94
- SCHMIDT, R.F., G. THEWS, 1983: Physiologie des Menschen. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York
- SCHREVEL, J.D., D. GROS, M. MONSIGNY, 1981: Cytochemistry of cell glycoconjugates. Prog. Histochem. Cytochem. 14, 1 - 269
- SCHULTZ, H., 1962: Zur Kenntnis der Kardiadrüsen im Magen der Säugetiere. Z. Wiss. Zool. 166, 99 - 133
- SCHWAB, M., 1986: Licht- und Elektronenmikroskopische Untersuchungen zur postnatalen Entwicklung des Gastrointestinaltraktes beim Schwein. Vet. med. Diss., Universität München
- SEDAR, A.W., 1969: Electron microscopic demonstration of polysaccharides associated with acid secreting cells of the stomach after "Inert Dehydration" J. Ultrastruct. Res. 28, 112 - 124
- SHEAHAN, D.G., H.R. JERVIS, 1976: Comparative histochemistry of gastrointestinal mucosubstances. Am. J. Anat. 146, 103 - 132
- SHIMAMOTO, K., K. KAWAI, K. MURAHAMI, F. MISAKI, Y. KOHLI, S. YAMASHITA, T. HATTORI, S. FUJITA, 1973: Auditoradiographic studies on the mucin metabolism in human gastric mucosa with special reference to intestinal metaplasia. Acta Hepatogastroenterol. 20, 497 - 506
- SLOSS, M.W., 1954: The microscopic anatomy of the digestive tract of *Sus scrofa domestica*. Am. J. Vet. Res. 15, 584 - 586

- SOLCIA, E., C. CAPELLA, G. VASALLO, R. BUFFA, 1975: Endocrine cells of the gastric mucosa.
Int. Rev. Cytol. 42, 223 - 286
- SOLCIA, E., G. VASALLO, C. CAPELLA, 1970: Cytology and cytochemistry of hormone producing cells of the upper gastrointestinal tract.
In: Origin, chemistry, physiology and pathophysiology of the gastrointestinal hormones.
Ed.: W. Creutzfeldt, Schattauer-Verlag, Stuttgart, 3 - 29
- SOLL, A.H., K. LEWIN, M.A. BEAVEN, 1979: Isolation of histamine-containing cells from canine fundic mucosa.
Gastroenterol. 77, 1283 - 1290
- SPICER, S.S., T. KATSUYAMA, P.J. SUNNES, 1978: Ultrastructural carbohydrate cytochemistry of gastric epithelium.
Histochem. J. 10, 309 - 331
- SPICER, S.S., D.C.H. SUN, 1967: Carbohydrate histochemistry of gastric epithelial secretion in dog.
Ann. N.Y. Acad. Sci. 140, 762 - 783
- STACH, W., 1976: Afferente Nervenendigungen im Dünndarm und Magen.
Z. Mikroskop. Anat. Forsch. 90, 790 - 800
- STACH, W., R. WEISS, R. RADKE, 1975: Licht- und Elektronenmikroskopische Untersuchungen über die Nervenengeflechte der Magenschleimhaut und deren Beziehungen zu Beleg- und Mastzellen.
Dtsch. Z. Verdau.-Stoffwechselkr. 35, 205 - 218
- STEPHANS, R.J., C.J. PFEIFFER, 1968: Ultrastructure of the gastric mucosa of normal laboratory ferrets.
J. Ultrastruct. Res. 22, 45 - 62
- STEVENS, C.E., C.P. LEBLOND, 1953: Renewal of the mucous cells in the gastric mucosa of the rat.
Anat. Rec. 115, 231 - 243
- STÖHR, P., W. v. MÖLLENDORFF, 1969: Lehrbuch der Histologie und der mikroskopischen Anatomie des Menschen.
Gustav Fischer-Verlag, Stuttgart
- STOFFELS, G.L., A.M. PREUMONT, M. de REUK, 1978: Cell differentiation in human gastric gland as revealed by nuclear binding of tritiated actinomycin.
Gut 20, 693 - 697
- SUGANUMA, T., S. SUZUKI, S. TSUYAMA, F. MURATA, 1981: Mucosubstances of the rat gastric mucosa by means of several histochemical methods.
Acta Histochem. Cytochem. 14, 534 - 548

- SUGANUMA, T., S. TSUYAMA, F. MURATA. 1985: Glycoconjugates cytochemistry of the rat fundic gland using Lectin/colloidal-gold conjugates and Lowricryl K4M.
Histochem. 83, 489 - 495
- SUZUKI, S., S. TSUYAMA, F. MURATA. 1982: Postembedding staining of rat gastric mucus cells with lectins.
Histochem. 73, 563 - 575
- TEICHMANN, R.K.. 1983: Vagale und immunologische Stimulation gastraler Funktion.
Habil. Schrift. Universität München
- TITCHEN, D.A., E. TUDOR, G.C. SCHOFIELD, S. ITO, 1976: Parietal cell ultrastructure in relation to acid secretion in suckled pigs.
Journal of Anatomy 121, 406
- TONER, P.G., K.E. CARR, G.M. WYBURN, 1971: The digestive system.
Butterworths, London, 1 - 54
- TRAUTMANN, A., J. FIEBIGER, 1949: Lehrbuch der Histologie und vergleichenden mikroskopischen Anatomie der Haustiere.
Paul Parey, Berlin, Hamburg
- TUDOR, E., G.C. SCHOFIELD, S. ITO, D.A. TITCHEN, 1976: Parietal cell morphology in young pig.
Journal of Anatomy 121, 406
- TUDOR, E., G.C. SCHOFIELD, D.A. TITCHEN, 1977: Structural and functional development of the gastric parietal cell population in the newborn pig.
Ann. Rech. Vet. 8, 450 - 459
- VIAL, J.D., H. ORREGO, 1966: Effects of molar concentration of fixative upon the fine structure of oxyntic cells.
Protoplasma 61, 164 - 180
- VOLLRATH, L.. 1959: Über Entwicklung und Funktion der Belegzellen der Magendrüsen.
Z. Zellforsch. 50, 36 - 60
- WALKER, D.M.. 1959: The development of the digestive system of the young animal. II. Carbohydrate enzyme development in the young pig.
J. agr. Sci. 52, 357 - 363
- WATTEL, W., J.J. GEUZE, 1978: The cells of the rat gastric groove and cardia.
Cell Tiss. Res. 186, 375 - 391
- WATTEL, W., J.J. GEUZE, D.G. de ROOIJ, 1977 a: Ultrastructural and carbohydrate histochemical studies on the differentiation and renewal of mucous cells in the rat gastric fundus.
Cell Tiss. Res. 176, 445 - 462
- WATTEL, W., J.J. GEUZE, D.G. de ROOIJ, J.A.G. DAVIDS, 1977 b: Renewal of mouse gastric mucous cells following fast neutron irradiation.
Cell Tiss. Res. 183, 303 - 318

- WATTEL, W., G.A. van HUIS, M.F. KRAMER, J.J. GEUZE, 1979: Glycoprotein synthesis in the mucous cells of the vascularly perfused rat stomach. *Am. J. Anat.* 156, 313 - 320
- WEBER, J., 1958: The basophilic substance of the gastric chief cells and its relation to the process of secretion. *Acta Anat. Suppl.* 31, 66 - 70
- WEGENER, K., M. BÖRNER, B. KREMPIEN, M. WANKE, E. RITZ, 1971: Urämie und Proliferation an der Magenschleimhaut. *Virchows Arch. Abt. B Zellpath.* 8, 186 - 195
- WHITTLE, B.J., 1977: Mechanisms underlying gastric mucosal damage induced by Indomethacin and bile salts and the actions of prostaglandins. *Br. J. Pharmacol.* 60, 455 - 460
- WILLEMS, G., 1972: Cell renewal in the gastric mucosa. *Digestion* 6, 46 - 63
- WILLEMS, G., P. GALAND, Y. VANSTEENKISTE, P. ZEITOUN, 1972: Cell population kinetics of zymogen and parietal cells in the stomach of mice. *Z. Zellforsch.* 131, 505 - 518
- WILLEMS, G., T. LEHY, 1975: Radioautographic and quantitative studies on parietal and peptic cell kinetics in the mouse. *Gastroenterol.* 69, 416 - 426
- WILLEMS, G., Y. VANSTEENKISTE, P. SMETS, 1971 a: Effects of food ingestion on the cell proliferation kinetics in the canine fundic mucosa. *Gastroenterol.* 61, 323 - 327
- WILLEMS, G., Y. VANSTEENKISTE, S. VERBEUSTEL, 1971 b: Autoradiographic study of cell renewal in fundic mucosa of fasting dogs. *Acta Anat.* 80, 23 - 32
- WILLIAMS, S.E., L.A. TURNBERG, 1981: Demonstration of a pH gradient across mucus adherent to rabbit gastric mucosa: evidence for a "mucus bicarbonate" barrier. *Gut* 22, 94 - 96
- WITZEL, L., F. HALTER, A. OLAH, W.H. HÄCKI, 1977: Effects of prolonged metiamide medication on the fundic mucosa. *Gastroenterol.* 73, 797 - 803
- YASUDA, K., T. SUZUKI, K. TAKANO, 1966: Localization of pepsin in the stomach, revealed by fluorescent antibody technique. *Okajimas Folia Anat. Jpn.* 42, 355 - 367
- ZALEWSKY, C.A., F.F. MOODY, 1977: Stereological analysis of the parietal cell during acid secretion and inhibition. *Gastroenterol.* 73, 66 - 74
- ZALEWSKY, C.A., F.F. MOODY, 1979: Mechanisms of mucus release in exposed canine gastric mucosa. *Gastroenterol.* 77, 719 - 729

Herrn Prof. Dr. H. G. Liebich möchte ich für die Überlassung des Thomas, die wissenschaftliche Beratung und die jederzeit gewährte, freundliche und engagierte Unterstützung bei der Anfertigung dieser Arbeit sehr herzlich danken.

Bedanken möchte ich mich auch bei Herrn Prof. Dr. Dr. Dr. F. Sinowatz für die Überlassung des Arbeitsplatzes am Institut für Tieranatomie der Universität München.

Für die Unterstützung bei der Literatursuche bedanke ich mich bei der Belegschaft der Kreisbücherei Neustadt/Aisch. Für die Übersetzung der osteuropäischen Literatur danke ich Frau E. März und den Herren W. Peter und H. Kyri.

Ferner möchte ich mich bei Herrn Hösch, Herrn Kriener, Herrn Langmann, Herrn Reuther und meinem Bruder Klaus für die Hilfe bei der Probenbeschaffung bedanken.

Mein besonderer Dank gilt Frau M. Settles, Frau G. Rußmeier, Frau Roming, Frau C. Meurer, Herrn Dr. F. Feder und Herrn M. Kosarian für die technische Beratung und für die Unterstützung bei der Anfertigung der histologischen Schnitte.

Frau Ch. Winkler danke ich für die jederzeit freundliche und hervorragende Unterstützung, sei es in der Anfertigung von histologischen Schnitten oder bei der Gestaltung der Arbeit.

Bei Herrn K. Eisele und Herrn W. Horlacher bedanke ich mich für die EDV Beratung und für ihre Hilfe bei der Erstellung von Tabellen und Graphiken.

Frau C. Hagert danke ich für die Korrektur der vorgelegten Arbeit.

LEBENS LAUF

- Name: Helmut Friedrich Pinsenschaum
- Geboren: 5. September 1963 in Neustadt a.d. Aisch
- Eltern: Heinrich Pinsenschaum. Landwirt
Erika Pinsenschaum, geb. Reuther, Meisterin d. ländl.
Hauswirtschaft
- Schule: 1969 - 1973 Grundschule Münchsteinach
1973 - 1982 Friedrich-Alexander-Gymnasium
Neustadt a.d. Aisch
naturwissenschaftlicher Zweig
- Abitur: Juni 1982
- Wehrdienst: Juli 1982 - September 1983 Transportbataillon, Nürnberg
- Studium: 1983 - 1988 Tiermedizin an der Ludwig-Maximilians-
Universität München
- Staatsexamen: November 1988
- Approbation: Januar 1989

